Biyoloji

KONU KİTABI Ⓑ

Bilgehan PERİ

PALME YAYINEVİ

Biyoloji Konu Kitabı - B

Bilgehan PERİ

PALME YAYINEVİ

Yayın No. 1666 / 18

Yayına Hazırlama : PALME Dizgi Grafik Birimi
Yayıncı Sertifika No. : 14142

ISBN : 978-605-282-152-7

Baskı : Tuna Matbaacılık San. ve Tic. AŞ
Baskı Tarihi : 2018
Basımevi Sertifika No. : 16102

GENEL DAĞITIM
PALME YAYINEVİ

Merkez:
A. Adnan Saygun Caddesi
No: 10/1 Sıhhiye/ANKARA
Tel : 312 433 37 57
Faks: 312 433 52 72

Şube 1:
Olgunlar Sokak, No.: 4/5
Bakanlıklar/ANKARA
Tel. : 312 417 95 28
Faks: 312 419 69 64

Şube 2:
Kazım Dirlik Mahallesi, Ankara Caddesi,
No.: 259/C Bornova/İZMİR
Tel. : 232 343 10 77
Faks : 232 343 10 78

bilgi@palmeyayinevi.com www.palmeyayinevi.com

“Benim Manevi Mirasım BİLİM ve AKILDIR”

M. Kemal ATATÜRK

YAYINEVİ'NDEN

Milli Eğitim Bakanlığının uygulamaya koyduğu öğretim programlarının ana felsefesi; öğrencilerin kendilerine güvenen, sistemli düşünebilen, girişimci, planlı çalışma alışkanlığına ve eleştirel bakış açısına sahip, estetik duyguları ve yaratıcılıkları gelişmiş bireyler olmalarını sağlamaktır. İşte bu felsefe okullarımızdaki öğretim sürecine tam olarak yerleştirildiği ve uygulandığı zaman öğrencilerimizin derslere olan ilgi ve motivasyonları ciddi bir biçimde artacaktır. Tüm bu gelişmelerin sonucu olarak bilişim toplumunun gerektirdiği becerilere sahip, objektif ve analitik düşünebilen, yaratıcı bir beyin gücüne sahip kuşaklar yetişecektir. Böyle bir süreçte yetişen gençler etrafı ile sağlıklı iletişim kurabilecek, kendini iyi tanıyacak ve çevresine daha yararlı bireyler olacaktır.

Yayınevimiz tarafından büyük bir özveriyle hazırlanan bu yayınlar, yukarıda belirtilen bakış açısıyla oluşturulmuş, yeni sınav sistemine (YKS) uygun bir nitelik kazanmıştır.

Bu kitabın hazırlanmasında büyük emekler veren değerli yazarımıza teşekkür ederiz.

Yayınevimizin lise grubundaki yüzlerce yayınlarından biri olan kitabımızın tüm öğrencilerimize yararlı olmasını, öğretmenlerimize de derslerinde katkı sağlamasını diliyoruz.

Palme Yayınevi

YAZARDAN

Sevgili Öğrenciler,

YKS'ye hazırlanmanızda önemli katkıları olacağına inandığım bu kitap, "Lise Biyoloji Programının" tüm konularını kapsamaktadır.

A ve B bölümlerinden oluşan bu kitapta, her konuyla ilgili özet bir konu anlatımı ve testler bulunmaktadır. Her sayfanın yanında bulunan sorular, o sayfadaki bilgilerin pekiştirilmesine yardımcı olacaktır.

Bu kitabın hazırlanmasında bana destek olan Palme Yayınevi Genel Müdürü Sn. İlhan BUDAK'a, tüm dizgi ve görsel çalışmalarını yapan Palme Yayınevi Dizgi Ünitesi Çalışanlarına, bu süreçte bana destek olan eşim Göze PERİ ile kızlarım Selin PERİ ve İpek PERİ'ye teşekkür ederim.

Emeğinizin başarıya dönüştüğü bir yıl olması dileğiyle...

Bilgehan PERİ
bilgehanperi@gmail.com
0532 763 40 26

A KİTABI

ÜNİTE 1 YAŞAM BİLİMİ BİYOLOJİ 8

ÜNİTE 2 HÜCRE 50

ÜNİTE 3 EKOLOJİ 84

ÜNİTE 4 CANLILARIN SINIFLANDIRILMASI 136

ÜNİTE 5 MİTOZ BÖLÜNME VE EŞEYSİZ ÜREME 170

ÜNİTE 6 MAYOZ BÖLÜNME VE EŞEYLİ ÜREME 190

ÜNİTE 7 KALITIM 204

ÜNİTE 8 SİNİR SİSTEMİ 250

ÜNİTE 9 ENDOKRİN SİSTEM 278

B KİTABI

ÜNİTE 10 DUYU ORGANLARI 8

ÜNİTE 11 DESTEK VE HAREKET SİSTEMİ 24

ÜNİTE 12 SİNDİRİM SİSTEMİ 42

ÜNİTE 13 DOLAŞIM SİSTEMİ 62

ÜNİTE 14 VÜCUDUN SAVUNULMASI VE BAĞIŞIKLIK 88

ÜNİTE 15 SOLUNUM SİSTEMİ 100

ÜNİTE 16 BOŞALTIM SİSTEMİ 118

ÜNİTE 17 ÜREME SİSTEMİ VE EMBRİYONİK GELİŞİM 136

ÜNİTE 18 GENDEN PROTEİNE 160

ÜNİTE 19 BİYOTEKNOLOJİ VE GEN MÜHENDİSLİĞİ 182

ÜNİTE 20 SOLUNUM 196

ÜNİTE 21 FOTOSENTEZ 214

ÜNİTE 22 BİTKİLERİN YAPISI 242

ÜNİTE 23 BİTKİLERDE BÜYÜME VE HAREKET 262

ÜNİTE 24 BİTKİLERDE MADDE TAŞINMASI 276

ÜNİTE 25 BİTKİLERDE EŞEYLİ ÜREME 290

İÇİNDEKİLER

B KİTABI

ÜNİTE 10 DUYU ORGANLARI 8

ÜNİTE 11 DESTEK VE HAREKET SİSTEMİ 24

ÜNİTE 12 SİNDİRİM SİSTEMİ 42

ÜNİTE 13 DOLAŞIM SİSTEMİ 62

ÜNİTE 14 VÜCUDUN SAVUNULMASI VE BAĞIŞIKLIK 88

ÜNİTE 15 SOLUNUM SİSTEMİ 100

ÜNİTE 16 BOŞALTIM SİSTEMİ 118

ÜNİTE 17 ÜREME SİSTEMİ VE EMBRİYONİK GELİŞİM 136

ÜNİTE 18 GENDEN PROTEİNE 160

Bölüm 1 : Nükleik Asitler 160

Bölüm 2 : Genetik Şifre ve Protein Sentezi 171

ÜNİTE 19 BİYOTEKNOLOJİ VE GEN MÜHENDİSLİĞİ 182

ÜNİTE 20 SOLUNUM 196

ÜNİTE 21 FOTOSENTEZ 214

ÜNİTE 22 BİTKİLERİN YAPISI 242

ÜNİTE 23 BİTKİLERDE BÜYÜME VE HAREKET 262

ÜNİTE 24 BİTKİLERDE MADDE TAŞINMASI 276

ÜNİTE 25 BİTKİLERDE EŞEYLİ ÜREME 290

Duyu Organları

10.
Ünite

Örnek Sorular

1. **İnsan gözüne ait olan,**

I. damar tabaka,
II. ağ tabaka,
III. sert tabaka

yapılarından hangilerinde fotoreseptörler bulunur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

2. **Bir uyarının duyu organında impuls oluşturabilmesi için,**

I. en az eşik değerde olma,
II. mukus içinde çözünme,
III. kimyasal özellikli olma

özelliklerinden hangilerine sahip olması zorunludur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

3. **Göze ait aşağıdaki yapılardan hangisi damar tabaka ile ilgili değildir?**

A) İris
B) Göz merceği
C) Kan damarları
D) Göz bebeği
E) Kornea

Palme Yayınevi

DUYU ORGANLARI

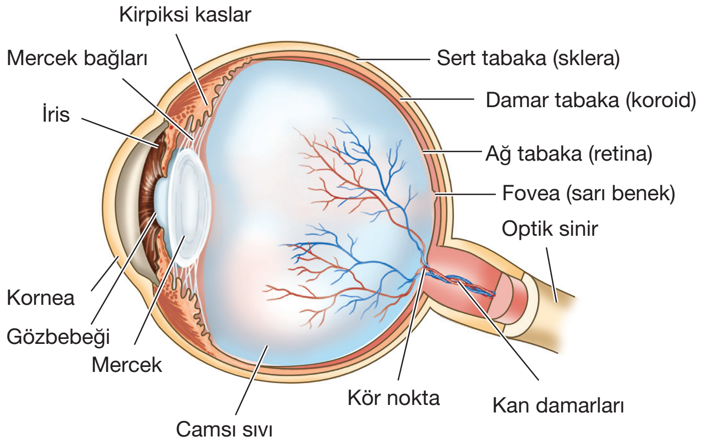
- Çevremizde ve iç ortamımızda oluşan değişiklikler **reseptör** (almaç) olarak adlandırılan özelleşmiş hücreler ile algılanır. Bu hücrelerin yoğunlaştığı göz, kulak, burun, dil ve deri gibi yapılar **duyu organları** olarak adlandırılır.
- Duyu organları tarafından alınan uyarılar sinir sistemine iletilir ve beyindeki ilgili merkezlerde değerlendirilir.

Not: Duyu organlarında fotoreseptör (göz), kemoreseptör (burun, dil) ve mekanoreseptör (kulak, deri) olmak üzere üç farklı reseptör çeşidi bulunur.

A. GÖZ

1. Gözün Yapısı

- Göz, ışığı algılayan ve bunu impulslara dönüştüren duyu organımızdır.



İnsan gözünün yapısı

- Gözümüz üç farklı tabakadan oluşur. Bunlar dıştan içe doğru, sert tabaka (sklera),damar tabaka (koroid), ağ tabaka (retina) şekilde sıralanır.

a. Sert tabaka

- Gözün en dışında bulunan sert tabaka göze şeklini verme ve gözün iç kısımlarını koruma gibi işlevleri yerine getirir.
- Gözün ön kısmında farklılaşarak saydam bir tabaka olan **kornea**'yı oluşturur. Kornea göze gelen ışınları kırar ve ışığın göz merceğine ulaşmasını sağlar.

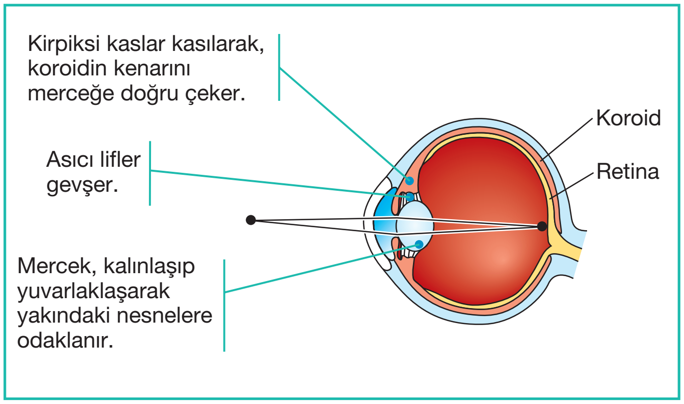
Not: Korneada sinirler bulunurken, kan ve lenf damarları bulunmaz. Bu nedenle kornea nakillerinde doku uyuşmazlığı ihtimali düşüktür.

b. Damar Tabaka

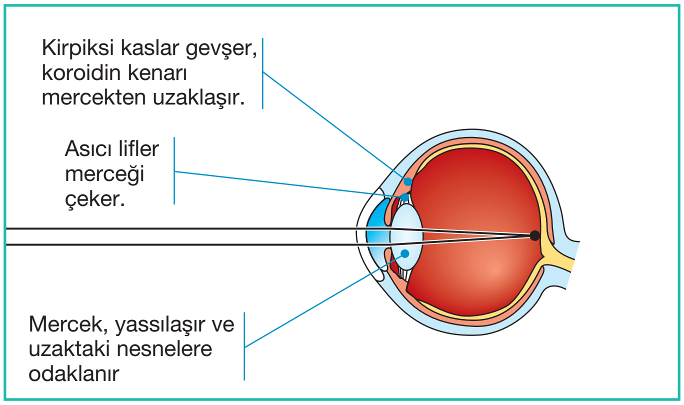
- Kan damarları ve pigmentlerce zengin bir tabakadır. Damarları ile gözü besler.
- Bu tabakada bulunan pigmentler, fazla ışığı emip yansımalarını engelleyerek görüntünün netliğini sağlar.
- Damar tabaka gözün ön kısmında farklılaşarak göze rengini veren **irisi** oluşturur. İrisin ortasında bulunan boşluğa **göz bebeği** denir.
- İristeki düz kasların kasılıp gevşemesi sonucu göz bebeğinin büyüklüğü değişir. Böylece göze giren ışık miktarı ayarlanır.

NOT: İris kasları otonom sinirlerce kontrol edilerek göz bebeğinin büyüklüğü ayarlanır. Göz bebeği fazla ışıkta daralır, az ışıkta ise genişler.

- İrisin arkasında saydam, ince kenarlı **göz merceği** bulunur. Mercek, göze gelen ışınları ikinci kez kırarak ağ tabakadaki bir bölgede toplar.
- Damar tabaka iris etrafında kalınlaşarak **kirpiksi kaslar** (silli cisim) denilen yapıyı oluşturur. Göz merceği **asıcı liflerle** (mercek bağları) kirpiksi kaslara bağlanır. Bu iki yapı birlikte göz merceğinin sabit kalmasını sağlar.
- Göz merceğinin kalınlığı, kirpiksi cisim kaslarının (kirpiksi kaslar) kasılıp gevşemesine bağlı olarak asıcı liflere uyguladığı gerginlik durumuna göre ayarlanır. Böylece cisim hangi uzaklıkta olursa olsun görüntünün ağ tabakada bulunan sarı benek üzerine düşmesi sağlanır. Bu olaya **göz uyumu** denir.



***Yakın görüş (göz uyumu) :** Kirpiksi kaslar kasılır, asıcı lifler üzerindeki gerilim azalır (gevşer). Böylece mercek şişkinleşerek kalınlaşır ve kırıcılığı artar. Göz bebeği ise küçülür.*

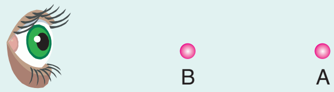


***Uzak görüş :** Kirpiksi kaslar gevşer, asıcı lifler üzerindeki gerilim artar (kasılır). Böylece mercek yassılaşarak incelir ve kırıcılığı azalır. Göz bebeği ise büyür.*

- Gözün içinde üç farklı boşluk bulunur:
  - **Ön oda** ⟶ Kornea ile göz merceği arasında kalan boşluğa denir.
  - **Arka oda** ⟶ Mercekle iris arasında kalan boşluğa denir.
  - **Camsı cisim** ⟶ Mercek ile retina arasında kalan boşluk olup, camsı sıvı ile doludur.

Örnek Sorular

4.



A noktasına bakmakta olan bir bireyin B noktasına bakması durumunda,

I. kirpiksi kasların kasılması,
II. retinadaki fotoreseptör sayısının artması,
III. göz merceğinin incelmesi

değişimlerinden hangilerinin gerçekleşmesi beklenir?

A) Yalnız I   B) Yalnız III   C) I ve II
D) I ve III   E) II ve III

5. Göze ait olan damar tabaka ile ilgili,

I. Ağ tabaka ile sert tabaka arasında bulunur.
II. Yapısında bol miktarda fotoreptör bulunur.
III. Gözün ön kısmında farklılaşarak iris ve göz bebeğini oluşturur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II   B) I ve II   C) I ve III
D) II ve III   E) I, II ve III

6. Uzaktaki bir cisme bakarken, yakındaki bir cisme bakmaya başlayan bir bireyde aşağıdaki olaylardan hangisi <u>gerçekleşmez</u>?

A) Merceğin şişkinleşmesi
B) Kirpiksi kasların kasılması
C) Göz bebeğinin büyümesi
D) Cisimden gelen ışınların retina düşürülmesi
E) Merceğin kırıcılığının artması

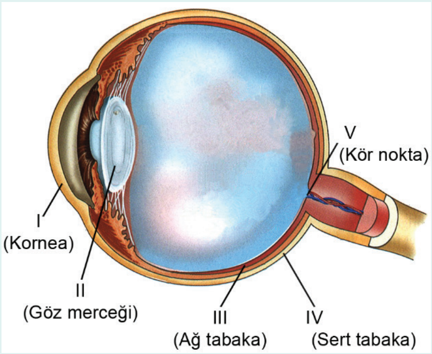
1	B	2	A	3	E

Örnek Sorular

7. Göz ile ilgili aşağıda yapılan eşleştirmelerden hangisi doğru değildir?

	Yapı	Özellik
A)	Sarı benek	Fotoreseptörlerin en yoğun olarak bulunduğu kısımdır.
B)	İris	Kasılıp gevşeyerek göze giren ışık miktarını ayarlar.
C)	Göz merceği	Göze gelen ışınların ilk kırıldığı yapıdır.
D)	Kör nokta	Görme sinirlerinin göz yuvarlağından çıktığı kısımdır.
E)	Göz bebeği	Korneadan geçen ışınları göz merceğine iletir.

8. Aşağıdaki şekilde insan göz küresinin kesiti verilmiştir.



Işığa duyarlı almaçların bulunduğu bölge şekilde hangi numara ile gösterilmiştir?

A) I B) II C) III D) IV E) V

(2015 – LYS)

9. Göze ait sarı benek ile ilgili,

I. Bol miktarda fotoreseptör içerir.

II. Merkezinde koni kenarlarında çubuk hücreleri bulunur.

III. Optik sinirler ile bağlantısı yoktur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

4	A	5	C	6	C

c. Ağ Tabaka

- Göz yuvarlağının en içte bulunan tabakasıdır. Bu tabakada fotoreseptörler ve ağ gibi dağılmış sinirler bulunur.
- Ağ tabakadaki fotoreseptörler şekillerine göre çubuk ve koni olarak adlandırılır.
- İnsan retinasında 125 milyon çubuk hücre, 6 milyon kadar koni hücre bulunur. Bunlar vücuttaki tüm duyu reseptörlerinin %70'ini oluşturur. Bu durum, insanın çevresini algılamasında görme duyusunun ne kadar önemli olduğunu kanıtlar.
- **Çubuk hücreleri:**
  - Işık şiddetinin az olduğu durumlarda görmeyi sağlar.
  - Renkleri algılamaz ve siyah beyaz görmeyi sağlar.
- **Koni hücreleri:**
  - Yeterli ışık şiddetinde renkli görmeyi sağlar.
  - Retinada yeşil, kırmızı ve mavi renge duyarlı üç tip koni hücresi vardır.

NOT: Koni hücrelerinden bir grubunun bozulması sonucu **renk körlüğü** hastalığı oluşur. En yaygın görülen kırmızı - yeşil renk körlüğüdür.

NOT: Koni reseptörlerinin hiç bulunmaması **total renk körlüğü** olarak adlandırılır. Bu hastalığa sahip bireyler siyah beyaz görür.

- Kornea ve mercekten geçen ışığın retina üzerinde düştüğü bölgeye sarı benek (fovea) denir. Görme alanının merkezi olan sarı benekte retina daha incedir. Bu bölgede bol miktarda koni hücresi bulunurken, çubuk hücreleri bulunmaz. Çubuk hücreleri, sarı beneğin daha çok dışında yer alır. Bu nedenle, loş ışıkta bir cismi daha iyi görebilmek için cismin üzerine değil yan tarafındaki bir noktaya bakmak gerekir.

NOT: Çubuk hücrelerin koni hücrelere oranı, sarı benekten uzaklaştıkça artar ve çevresel bölgelerde sadece çubuk hücreleri yer alır.

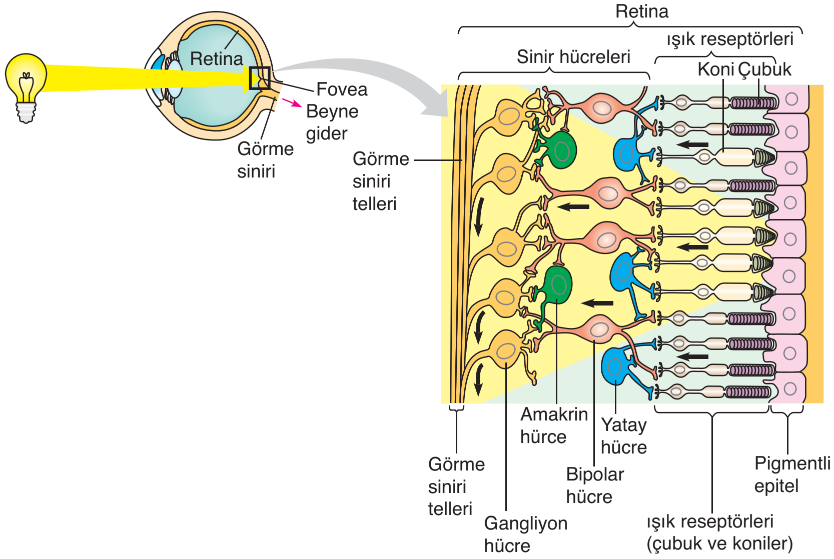
- Çubuk hücrelerinin az ışıklı ortamda görmeyi sağlaması, retinada bulunan **rodopsin** adı verilen pigment sayesinde gerçekleşir. Rodopsin ışıkta parçalanır, karanlıkta ise çubuk hücrelerinde tekrar sentezlenir. Bu nedenle aydınlık bir ortamdan karanlık bir ortama geçildiğinde ilk anda net görme gerçekleşmez. Rodopsin varlığında az ışıklı ortamda görmenin gerçekleşmesi durumuna **gözün karanlığa adaptasyonu** denir. Rodopsin pigmentinin sentezi için A vitamini gereklidir. A vitamini eksikliğinde karanlıkta görme güçleşir. Bu durum **gece körlüğü** olarak adlandırılır.
- Görme sinirlerinin göz yuvarlağından çıktığı nokta **kör nokta** olarak adlandırılır. Bu kısımda fotoreseptör bulunmadığından görüntü oluşmaz ve ışık algılanmaz.

NOT: Kaşlar, göz kapakları, kirpikler, göz yaşı bezleri ve göz kasları göze yardımcı yapılardır.

2. Görme olayı

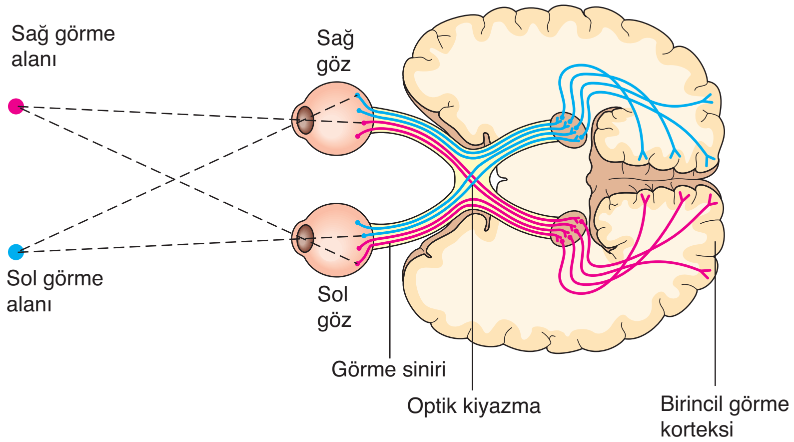
➢ Görme olayı aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Cisimden gelen ışınlar korneada kırıldıktan sonra göz bebeği aracılığı ile göz merceğine ulaşır.
- Mercekte ikinci kez kırılan ışınlar camsı sıvıyı geçerek retinada ters ve küçük bir görüntü oluşur.
- Retinadaki sarı benekte bulunan koni ve çubuk hücreleri uyarılır. Bu hücreler görme sinirlerinde impuls oluşturur.
- Bu impulslar optik sinirlerle beyin kabuğundaki görme merkezine iletilerek net, düz ve renkli görüntü oluşur.



Omurgalı retinası

➢ Her iki gözden çıkan sinirler beyin korteksindeki **optik kiyazma** olarak adlandırılan bir bölgede birleşir. Optik kiyazmadaki sinirler o şekilde düzenlenmiştirki her iki gözün sol tarafla ilgili görüntüsü beynin sağ tarafına, sağ tarafla ilgili görüntüsü ise beynin sol tarafına iletilir.



Görüşün sinirsel yolları

Örnek Sorular

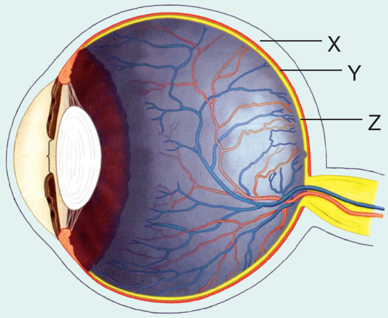
10. Bir cismin görüntüsünün oluşumu sırasında,

I. göz merceği,
II. kornea,
III. fotoreseptör,
IV. optik sinir

yapıları hangi sıra ile görev yapar?

A) I - II - III - IV
B) II - I - III - IV
C) III - IV - I - II
D) II - III - IV - I
E) I - II - IV - III

11.



Göze ait X, Y ve Z yapıları ile ilgili,

I. X tabakası gözün ön kısmında farklılaşarak korneayı oluşturur.
II. Z tabakasında bulunan koni hücrelerin ışığa olan duyarlılığı çubuk hücrelerden çoktur.
III. Y tabakasından farklılaşan göz merceği incelip kalınlaşarak göz uyumunu sağlar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I
B) Yalnız III
C) I ve II
D) I ve III
E) II ve III

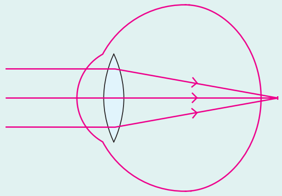
12. Görme olayı sırasında aşağıdakilerden hangisi <u>gerçekleşmez</u>?

A) Optik sinirlerin talamusa uğraması
B) Cisimden gelen ışınların korneada kırılması
C) İris kasların kasılması ile göze giren ışık miktarının ayarlanması
D) Kör noktada oluşan impulsların optik sinirlere geçmesi
E) Göz merceğinde kırılan ışınların sarı benekte toplanması

7	C	8	C	9	D

Örnek Sorular

13.



Yukarıda verilen göz kusuru ile ilgili,

I. Yakını iyi görürken, uzağı iyi göremez.

II. Göz merceğinin normalden kalın olması durumunda oluşur.

III. Tedavisinde ince kenarlı mercek kullanılır.

IV. Gözün önden arkaya doğru olan çapının normalden kısa olması durumunda oluşur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III
D) II ve IV E) III ve IV

14. İnsan gözüyle ilgili;

I. Görüntünün retinanın önüne düşmesi durumunda, oluşan görme kusuru kalın kenarlı mercekle giderilir.

II. Görüntünün retinanın arkasına düşmesi durumunda, oluşan görme kusuru ince kenarlı mercekle giderilir.

III. Renklerin algılanmasını sağlayan ışınların dalga boyları, yalnızca çomak şeklindeki reseptörleri uyarır.

IV. Görme sinirinin göz yuvarlağından çıktığı bölge, görüntünün en net alındığı bölgedir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız III B) Yalnız IV C) I ve II
D) III ve IV E) I, III ve IV

(1998 – ÖYS)

15. Aşağıdaki göz kusurlarından hangisi sadece kalıtsal faktörlere bağlı olarak oluşur?

A) Renk körlüğü B) Astigmat
C) Miyop D) Prespitlik
E) Hipermetrop

10	B	11	D	12	D

3. Görme Bozuklukları

➢ İnsanlar gözlerinde meydana gelen çeşitli bozulmalar nedeniyle görme problemleri yaşarlar. Bu problemlerden bazıları kalıtsalken, bazıları çevresel etkiler ile oluşur.

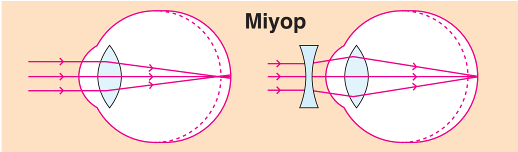
a. Miyop

➢ Göz merceğinin normalden şişkin olması ya da göz yuvarlağının önden arkaya doğru olan çapının normalden uzun olması durumunda ortaya çıkar.

➢ Görüntü retinanın önünde oluşur.

➢ Yakını iyi görürken, uzağı net göremezler.

➢ Kalın kenarlı mercek ile düzeltilir.



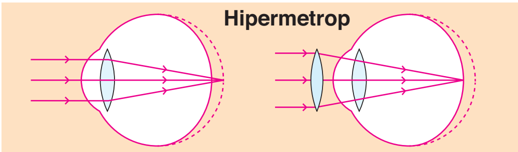
b. Hipermetrop

➢ Göz merceğinin normalden ince ya da göz yuvarlağının önden arkaya doğru olan çapının normalden kısa olması durumudur.

➢ Görüntü retinanın arkasına düşer.

➢ Uzağı iyi görürken, yakını net göremezler.

➢ İnce kenarlı mercekle düzeltilir.

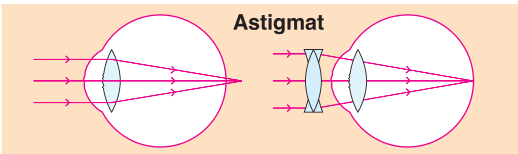


c. Astigmat

➢ Göz merceği ya da korneada oluşan düzensiz kavisler sonucunda cisimden gelen ışınların retinanın her yerine ulaşamaması durumudur.

➢ Hem uzağı hem de yakını bulanık görürler.

➢ Silindirik mercek kullanılarak düzeltilir.



d. Prespitlik

➢ Göz merceğinin esnekliğinin bozulması durumunda gözün uyum yapma yeteneğinin azalmasıdır.

➢ Işık az kırıldığından görüntü retinanın arkasında oluşur. Yakını rahat göremezler.

➢ İnce kenarlı mercek ile düzeltilir.

e. Şaşılık

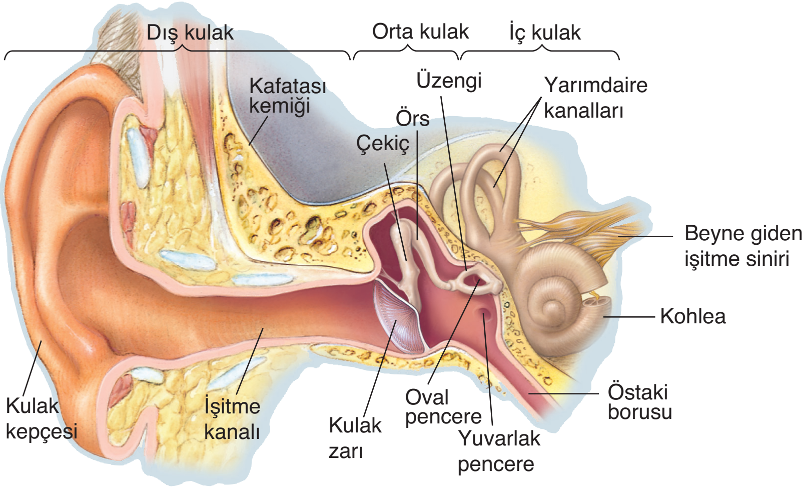
➢ Göz yuvarlağını hareket ettiren kasların orantısız kasılması sonucu oluşur. Bu durumda gözler farklı yönlere bakar.

f. Katarakt

- Göz merceğinin saydamlığını yitirerek matlaşmasıdır.
- Genellikle orta yaş üstü kişilerde görülen bu hastalıkta, kişi buğulu bir camdan bakıyor gibi görür.

B. KULAK

- Kulak işitme ve denge organı olup dış, orta ve iç kulak olmak üzere üçe ayrılır.



İnsan kulağının yapısı

1. Kulağın Yapısı

a. Dış Kulak

- Kulak kepçesi ile kulak kepçesini kulak zarına bağlayan kulak yolundan oluşur.
- Kulak kepçesi tarafından toplanan ses dalgaları kulak yolu ile kulak zarına iletilir. Kulak zarı dış ve orta kulağı birbirinden ayırır.

b. Orta Kulak

- Kulak zarı ile dış kulaktan, oval ve yuvarlak pencereler ile iç kulaktan ayrılır.
- Orta kulakta bulunan çekiç, örs ve üzengi kemikleri kulak zarında oluşan titreşimleri oval pencereye iletir. Bu sırada titreşimler kuvvetlenir.
- Orta kulak östaki borusu ile yutağa bağlanır. Bu yapı kulak zarının basıncını ayarlayarak, zarar görmesini engeller.

Not: Ağız ya da burundan giren mikroplar östaki borusu ile orta kulağa gelerek enfeksiyonlara neden olabilir.

- Orta kulağın sonunda **oval pencere**, oval pencerenin altında ise **yuvarlak pencere** bulunur.

c. İç Kulak

- Hem işitme hem de denge duyusunun alındığı yapıları içerir.
- Yapısındaki dalız ve salyangoz işitmeden, tulumcuk, kesecik ve yarım daire kanalları ise dengeden sorumludur.

Örnek Sorular

16. **Aşağıdaki yapılardan hangisi iç kulakta yer <u>almaz</u>?**

A) Korti organı

B) Temel zar

C) Yarım daire kanalları

D) Östaki borusu

E) Dalız

17. **Kulağa ait olan,**

I. salyangoz,

II. dalız,

III. yarım daire kanalları,

IV. tulumcuk ve kesecik

yapılarının işitme (X) ve dengeyle (Y) ilgili olanları aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

	X	Y
A)	I ve II	III ve IV
B)	II ve III	I ve IV
C)	I ve II	II, III ve IV
D)	I, II ve IV	III ve IV
E)	I	II, III ve IV

18. **Orta kulağın dış ve iç kulakla bağlantısını sağlayan yapılar aşağıdakilerden hangisinde sırasıyla verilmiştir?**

A) Kulak zarı – Östaki borusu

B) Çekiç kemiği – Yuvarlak pencere

C) Oval pencere – Dalız

D) Kulak zarı – Oval pencere

E) Kulak yolu – Salyangoz

13	E	14	C	15	A

Örnek Sorular

19. **Kulak kepçesi tarafından toplanan ses dalgalarının korti organına iletilmesi sürecinde,**

I. üzengi kemiği,

II. kulak zarı,

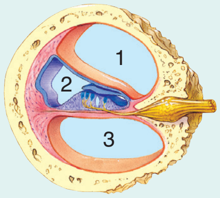
III. oval pencere,

IV. vestibüler kanal

yapıları hangi sıra ile görev yapar?

A) II - I - III - IV
B) II - III - I - IV
C) IV - I - II - III
D) I - II - III - IV
E) I - II - IV - III

20.



Salyangoz ait numaralandırılmış yapılar ile ilgili,

I. 3 nolu kanal yuvarlak pencere ile bağlantılıdır.

II. İşitme organı olan korti, 2 nolu kanalda bulunur.

III. 1 ve 3 nolu kanallar endolenf sıvısı ile doludur.

IV. 1 nolu kanal oval pencere ile bağlantılıdır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II
B) II ve IV
C) III ve IV
D) I, II ve IV
E) II, III ve IV

21. **Korti organı ve sarı benekte bulunan reseptörler için,**

I. duyu nöronları ile bağlantılı olma,

II. eşik değer ve üzerindeki uyarılar ile uyarılma,

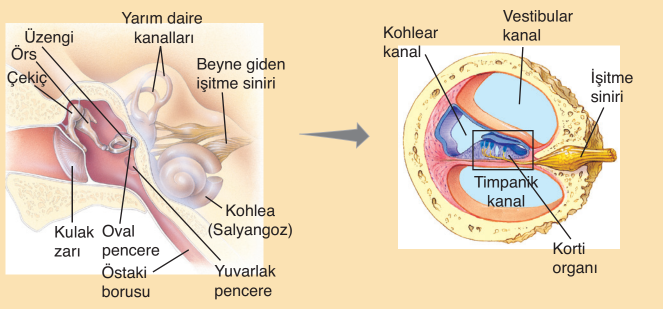
III. oluşturdukları impulsların talamusa uğradıktan sonra beyin kabuğuna iletilmesi

özelliklerinden hangileri ortaktır?

A) Yalnız II
B) I ve II
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III

16	D	17	A	18	D

Palme Yayınevi



a. Orta ve iç kulağın şeması   b. Salyangoza ait kanallar

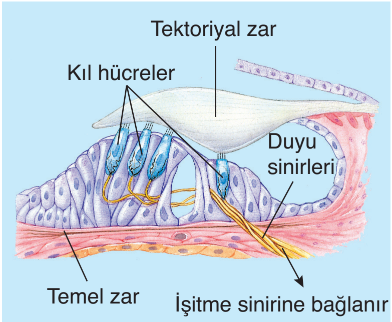
Kulağa ait bazı yapılar

- Oval pencerenin iç kulağa bakan kısmındaki boşluğa **dalız** denir. Bu yapı oval pencereden gelen ses dalgalarını salyangoza iletir.
- **Salyangoz** (kohlea) birbirinden ince zarlarla ayrılan üç kanaldan oluşur. Bu kanallardan,
  - en üstte olan vestibüler kanal,
  - ortada olan kohlear kanal,
  - en altta olan ise timpanik kanal

  olarak adlandırılır.
- Bu kanallardan vestibüler kanal oval pencere ile timpanik kanal ise yuvarlak pencere ile bağlantılıdır.

NOT: Vestibüler ve timpanik kanallar perilenf, kohlear kanal ise endolenf sıvısı ile doludur.

- Kohlear kanalının tabanındaki zara **temel zar (bazilar zar)** denir. Temel zarın üzerinde ise işitme ile ilgili korti organı bulunur. Korti organı ses titreşimlerine duyarlı kıllı reseptör hücrelerini içerir. Kıllı reseptör hücrelerinin uçları, korti organının üzerindeki **çatı zara (tektoriyal zar)** tutunmuştur.



Korti organı

i. İşitme Olayı

- **İşitme olayı aşağıdaki gibi özetlenebilir:**
  - Kulak kepçesi tarafından toplanan ses dalgaları kulak zarına iletilerek kulak zarının titreşmesi sağlanır.
  - Kulak zarındaki titreşimler çekiç, örs ve üzengi kemikleri tarafından kuvvetlendirilerek oval pencereye iletilir.
  - Oval penceredeki titreşimler, iç kulağın başlangıç kısmı olan dalızdan geçer ve vestibular kanal içinde basınç dalgaları yaratır.
  - Sıvıda oluşan bu dalga, timpanik kanala geçer ve yuvarlak pencereye çarparak yok olur.
  - Vestibular kanaldaki basınç dalgaları kohlear kanalda bulunan korti organının temel (bazilar) zarını aşağı doğru iterek titreştirir.

- Bu titreşimler temel zara bağlı olan kıllı reseptör hücreleri aşağı yukarı titreştirir ve hücrelerin kılları tektoriyal zara sürtünerek eğilir.
- Bu eğilme reseptör hücrelerde impuls oluşumuna yol açar ve oluşan impuls bu hücrelere bağlantılı olan duyu nöronlarına iletir.
- Duyu nöronlarına iletilen impulslar beyin kabuğundaki işitme merkezlerine taşınır ve burada ses olarak algılanır.
- Korti organında titreşen hücre sayısı, oluşan impulsların sayısını belirler. Böylece sesin şiddeti algılanır.

NOT İşitme olayı sırasında ses dalgaları önce sıvı dalgalara, daha sonra elektriksel dalgalara dönüşür.

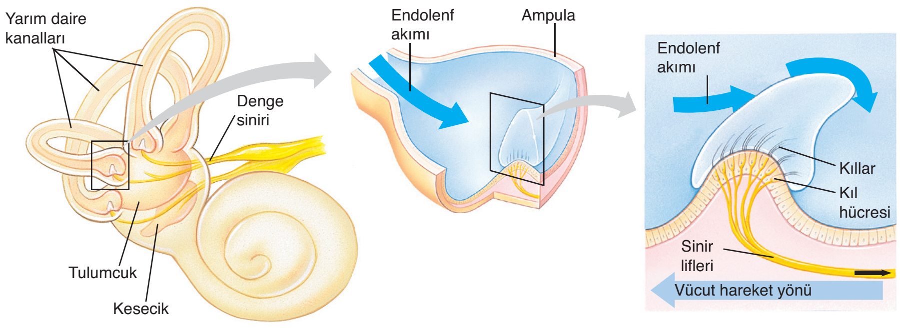
NOT Timpanik kanalda oluşan sıvı dalgalar yuvarlak pencere tarafından emilir. Böylece yankı olayı engellenir.

ii. Denge Olayı

➢ İç kulakta bulunan **tulumcuk, kesecik** ve **yarım daire kanalları** dengenin sağlanmasında görevlidir. Bu yapıların denge olayındaki görevleri farklıdır.
- Tulumcuk ve kesecik yerçekimine karşı yapılan hareketler ile oluşan ya da doğrusal harekete göre oluşan konum değişikliklerini algılar.
- Yarım daire kanalları dönme hareketi ile ilgili olan konum değişikliklerini algılar.

➢ Tulumcuk ve keseciğin tabanında silli duyu hücreleri bulunur. Bu hücrelerin uzandığı jelatinimsi madde içinde kalsiyum karbonat yapılı **otolit taşları** bulunur. Konum değişikliği sonucunda otolit taşları silli duyu hücrelerine temas eder ve impuls başlatır. Bu impulslar denge sinirleri ile beyne ulaşır ve vücudun konum değişikliği algılanır. Otolitler aynı zamanda hızlanmayı algılama yeteneğimizden de sorumludur.

➢ Yarım daire kanallarının tabanında bulunan **ampula** kısmında da tüylü duyu hücreleri vardır. Bu hücrelerin kılları tek bir demet halinde **kupula** denilen jelatinimsi bir madde içine doğru uzantı yapar. Başımızı ya da vücudumuzu döndürdüğümüzde yarım daire kanalları da vücutla beraber hareket eder. Ancak kanallar içindeki endolenf sıvısı hareket etmez ya da daha yavaş hareket eder. Bu durum ampula içindeki jelatinimsi maddenin hareketine neden olur ve silli duyu hücrelerinde impuls oluşur. Bu impulslar denge sinirleri ile beyinciğe taşınır. Beyincik, hareket yönünü algılar ve bunu beyin kabuğuna iletir. Böylece vücuttaki denge (pozisyon) değişiklikleri algılanır.



Kulaktaki denge organları

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

22. **Bir sesin algılanması sürecinde,**

I. kulak zarındaki titreşimlerin çekiç, örs ve üzengi kemikleri ile oval pencereye iletilmesi,

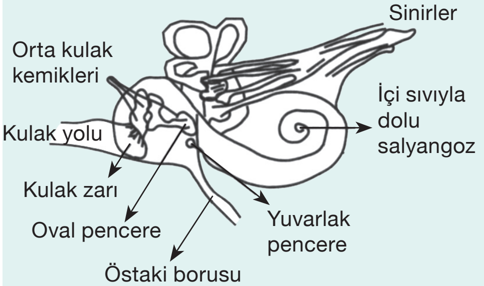
II. temel zardaki titreşimlerin korti organında bulunan tüylü duyu hücrelerinde impuls oluşturması,

III. dalızdan geçen ses dalgalarının vestibular ve timpanik kanaldaki sıvılarda basınç oluşturması

olaylarından hangileri iç kulakta gerçekleşir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

23. Aşağıdaki şema, insan kulağında, ses dalgalarının beyne uyarı olarak iletimini sağlayan yapıları göstermektedir.



Aşağıdakilerin hangisinde, şemadaki yapılardan biri, gerçekleştirdiği işlevle birlikte verilmiştir?

A) Östaki borusu – Ses dalgalarının şiddetini artırma

B) Salyangoz – Orta kulak ve dış ortam arasında hava basıncını dengede tutma

C) Kulak zarı – Havada yayılan ses dalgalarını sıvıda yayılan dalgalara çevirme

D) Orta kulak kemikleri – Ses dalgalarının şiddetinin aynı kalmasını sağlama

E) Korti organı – Farklı frekanslardaki ses dalgalarının impulsa çevirme

(2005 – ÖSS)

24. **Kulağa ait aşağıdaki yapılardan hangisi dengenin sağlanmasında görev __yapmaz__?**

A) Tulumcuk

B) Yarım daire kanalları

C) Ampula

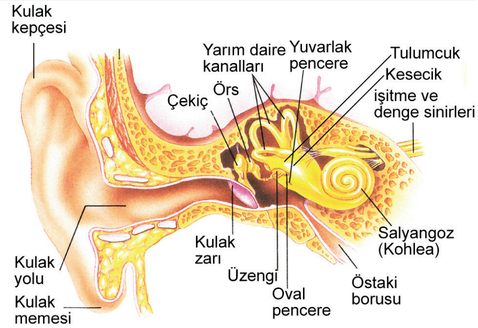
D) Östaki borusu

E) Kesecik

19	A	20	D	21	E

Örnek Sorular

25. Aşağıda insana ait kulak yapısı gösterilmiştir.



Buna göre, kulaktaki yapılar ve işlevleriyle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) Kulak kepçesi, sesin toplanmasını sağlar.

B) Ses dalgaları ile ilk kez kulak zarı titreşir.

C) Sesin iletilmesi sürecinde bazı küçük kemikler işlev görür.

D) Östaki borusu, orta kulak ile yutak arasında bulunur.

E) Ses, yarım daire kanallarında duyuma dönüştürülür.

(2017 – LYS)

26. Koku duyusunu algılayan burunla ilgili olarak,

I. Koku alma reseptörleri burnun tavanında yer alan sarı bölgede bulunur.

II. Duyu epiteli ile alınan uyarılar talamusta değerlendirilir.

III. Kokunun alınabilmesi için koku taneciklerinin mukusta erimesi gerekir.

ifadelerinden hangileri doğru değildir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

27. Normal bir insanda, duyu uyarısıyla (koku duyusu hariç) başlayan impulslar, tepki organına (efektöre) ulaşıncaya kadar,

I. reseptör,

II. beyin kabuğu,

III. talamus

şeklindeki yapılardan hangi sıraya göre geçer?

A) I., III., II. B) II., I., III. C) II., III., I. D) III., I., II. E) III., II., I.

(1991 – ÖYS)

22	E	23	E	24	D

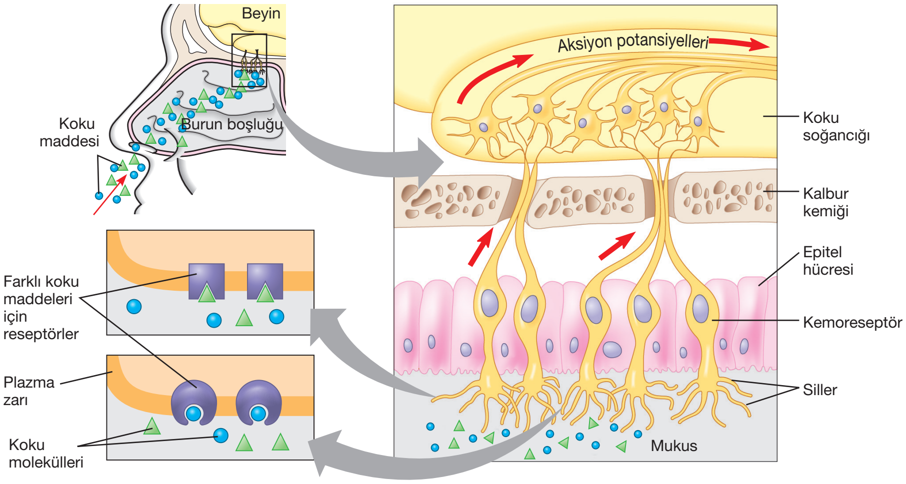
Palme Yayınevi

NOT Etrafında hızlı dönen bir birey aniden durursa, kendini hala dönüyormuş gibi hisseder. Bunun nedeni birey durduğu halde, yarım daire kanallarındaki endolenfin dönmeye devam etmesidir.

C. BURUN

➢ İnsanda koku alma organı burundur. Burun boşluğunun üst kısmında küçük bir yer kaplayan **koku alanı** bulunur. Koku alanında reseptör hücreler ile epitel hücreleri yer alır. Bu alana **sarı bölge** adı verilir.

➢ Koku reseptör hücrelerinin her biri özelleşmiş sinir hücreleridir. Bu hücrelerin algılayıcı uçlarında yer alan siller, epitel hücreleri tarafından salgılanan mukus içerisine uzanır. Reseptör hücrelerin aksonları ise merkezi sinir sistemindeki **koku soğancığına** girer ve buradaki koku sinirleri ile sinaps yapar.



İnsanda koku alma

➢ Duyu hücreleri (kemoreseptör) mukus içinde çözünebilen ve yayılabilen koku molekülleri tarafından uyarılır. Duyu hücrelerinde oluşan impulslar önce koku soğancığındaki koku sinirlerine daha sonra beyin kabuğundaki koku merkezine iletir ve koku algılanır.

NOT Duyu sinirlerinde oluşan impulslar talamusa uğramadan beyin kabuğuna ulaşır.

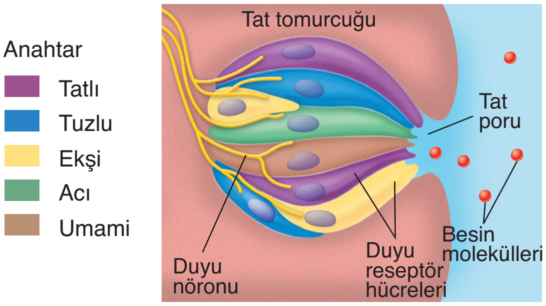
➢ Koku moleküllerinin iki burun deliğine geliş zamanı arasındaki fark, kokunun hangi yönden geldiğini anlamayı sağlar. Uzun süre aynı kokuyu alan koku reseptörleri bir süre sonra impuls üretimini azaltırlar veya tamamen sonlandırırlar. Bu olaya **duyusal adaptasyon** denir. Reseptörlerin duyusal adaptasyonu sonucu koku bir süre sonra hissedilmez. Bu durumdaki koku reseptörleri ancak ortama yayılan farklı bir kokuyu algılayabilir. Koku duyusunun yorulması önemli bir koku adaptasyonudur ve merkezi sinir sisteminin öğrenmesi olarak tanımlanır.

NOT Soğuk algınlığı durumunda burundaki mukus miktarı artar ve epitel hücre tabakası şişer. Bu durum koku alma hissinin azalmasına ya da kaybına neden olabilir.

D. DİL

➢ İnsanlarda tat alma duyu organı dildir. Dil üzerinde **papilla** adı verilen çıkıntılarda **tat tomurcukları** bulunur.

➢ Tat **tomurcuklarında** tat duyusunu alan reseptör hücreler bulunur. Bu hücreler tat alma sinirleri ile bağlantılıdır.



Dilin tüm bölgelerindeki tat tomurcukları, bu beş tat çeşidi için özgün olan duyu reseptör hücreleri içerir.

➢ Tat alma olayı aşağıdaki gibi özetlenebilir:
- Sıvı içinde çözünen maddeler tat reseptörlerinde impuls oluşturur.
- Bu impulslar tat alma sinirleri ile önce talamusa, daha sonra beyin kabuğundaki tat merkezine taşınır ve tat algılanır.

➢ Tat tomurcukları tatlı, tuzlu, ekşi, acı ve umami olmak üzere beş çeşit tadı algılayabilir. Son yıllarda yapılan araştırmalarda ortaya çıkarılan umami, japoncada "lezzetli" anlamına gelir.

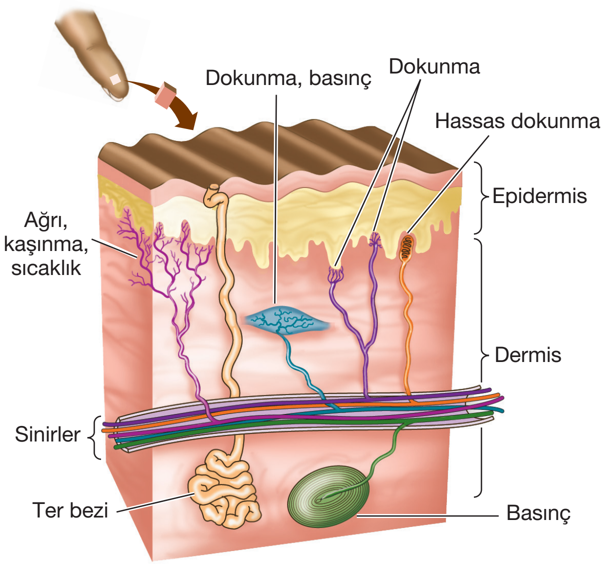
NOT Besinlerin görünüşü, kokusu ve sıcaklığı tat alma duyusunu etkiler.

E. DERİ

➢ İnsanlarda dokunma duyusunu algılayan duyu organı deridir.

➢ Derinin yapısını iki doku oluşturur. Bunlar epitel doku ve temel bağ dokudur.

➢ Vücudumuzun en büyük ve en ağır organıdır. Ortalama 2 m^2 lik yüzey alanına ve 5 kg ağırlığa sahiptir. Yapısında çok sayıda reseptör bulunur.



Derideki reseptörler

Örnek Sorular

28. **Dilimizde bulunan tat tomurcukları ile ilgili,**

I. Yapısında kemoreseptörler bulunur.
II. Duyu nöronları ile bağlantılıdır.
III. Yapısında dört çeşit reseptör bulunur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

29. İki öğrenci tat alma işlevinin özellikleriyle ilgili olarak aşağıdaki etkinlikleri yapıyor.

1. Etkinlik: Ucuna steril pamuk sarılı bir kürdan, tuz çözeltisine batırılıp dilin uç kısmına dokunduruluyor.Ağız her seferinde su ile çalkalandıktan sonra bu işlem, dilin ön-yan, arka-yan ve arka-orta bölgelerine de uygulanıyor.

1. Sonuç: Öğrenci en iyi tadı dilinin ön-yan kısmıyla aldığını belirtmiştir.

2. Etkinlik: Beş farklı derişimde şeker çözeltisi hazırlanıyor. Dilin tatlıya duyarlı bölgesine en düşük derişimli çözeltiden bir damla damlatılıyor. Ağız her seferinde su ile çalkalandıktan sonra bu işlem diğer şeker çözeltileri ile de tekrarlanıyor.

2. Sonuç: Öğrenci ilk çözeltinin tadını alamadığını, diğerlerinin tadını alabildiğini belirtmiştir.

Bu etkinliklerden,

I. Bir maddenin tadının alınabilmesi için suda çözünmesi gereklidir.
II. Dilde farklı tatlara duyarlı özelleşmiş bölgeler bulunmaktadır.
III. Tat alma almaçları çabuk “yorulmaktadır”.
IV. Tat alma almaçlarının uyarılabilmesi için eşik değeri bulunmaktadır.

yargılarından hangilerine ulaşılabilir?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III D) II ve IV E) III ve IV

(2013 – YGS)

25	E	26	A	27	A

Örnek Sorular

30. **Deriye ait olan tabakalar ile ilgili,**

I. Korun tabakası keratinleşmiş ölü hücrelerden oluşur.

II. Melanin pigmenti dermis tabakasında üretilir.

III. Malpighi tabakası damar içermediğinden dermis tabakasından difüzyonla beslenir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

31. Aşağıda duyu organları (I) ile bu duyu organlarındaki reseptörlerin bulunduğu kısımlar (II) verilmiştir.

Yapılan eşleştirmelerden hangisi doğru değildir?

	I	II
A)	Deri	Dermis tabakası
B)	Kulak	Korti organı
C)	Burun	Sarı bölge
D)	Göz	Koroid
E)	Dil	Papilla

32. **İnsanlarda duyuların alınmasından sorumlu yapılarda, duyu reseptörleriyle ilgili olarak,**

I. doğrudan dış çevreye açık olma,

II. eşik şiddetindeki uyarılarla uyarılma,

III. geniş bir yüzeye yayılmış olma

özelliklerinden hangileri ortaktır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

(1997 – ÖSS)

28	C	29	D

30	C	31	D	32	B

Aşağıda derinin temel görevleri verilmiştir:

- Sahip olduğu mekanoreseptörler ile dışarıdan gelen birçok uyarının alınmasını sağlar.
- Duyu organı olmanın dışında vücudu koruma görevi de vardır. Vücudu mekanik, kimyasal, ışın ve termal etkilere karşı korur.
- Mikroorganizmaların vücuduna girişini engeller.
- Terleme ile vücut sıcaklığının ayarlanmasını ve boşaltım atıklarının atılmasını sağlar.
- Güneş ışığının etkisi ile kolesterolün provitamin D'ye dönüşmesini sağlar.
- Yağ bezlerinin salgıladığı yağ salgısı (sebum), derinin yumuşak ve nemli kalmasını sağlar. Ayrıca yağ salgısı ile derinin geçirgenliği ayarlanır, bakteri ve mantar enfeksiyonlarına karşı koruyuculuk sağlanır.
- Melanin pigmenti ile deriye renk verir. Bu pigment alttaki hücreleri güneşin zararlı ışınlarından korur.

➢ Epitel ve bağ dokudan yapılmış olan deri üst deri ve alt deri olmak üzere ikiye ayrılır.

a. Üst Deri (Epidermis)

➢ Örtü epitelinden yapılmış olup kan damarları ve sinir hücreleri içermez. Dermis tabakasından difüzyonla beslenir.

➢ Epidermis korun tabakası ve malpighi tabakası olarak ikiye ayrılır.

Korun tabakası	Malpighi tabakası
• Epidermisin üst kısmıdır.	• Epidermisin alt kısmıdır.
• Keratinleşmiş ölü hücrelerden oluşur. Tırnak oluşumu bu tabakada olur.	• Canlı hücrelerden oluşur.
• Deriyi vurma, çarpmaya karşı ve mikroorganizmaların istilasından korur. Parmak uçlarında tırnakları oluşturur.	• Deriye rengini veren melanin pigmenti bu tabakada üretilir.

b. Alt Deri (Dermis)

➢ Bu tabakada kan damarları, sinirler, duyu reseptörleri, kıl kökleri, elastik ve kollogen lifler, ter ve yağ bezleri bulunur.

➢ Deride bulunan mekanik reseptörler dokunma, basınç, sıcaklık ve ağrı gibi duyuları algılar.

DERS NOTLARI

DERS NOTLARI

1. TEST

1. **Farklı duyu organlarına ait olan,**

I. korti organı,
II. sarı bölge,
III. papilla,
IV. sarı benek

yapılarından hangilerinde kemoreseptörler vardır?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III
D) II ve IV E) III ve IV

2. **Bir cismin görüntüsünün oluşması sırasında,**

I. Sarı benekteki fotoreseptörlerde impuls oluşumu
II. Cisimden gelen ışınların göz bebeğinden geçmesi
III. İmpulsların optik sinirler ile beyin kabuğuna iletimi
IV. Camsı sıvıyı geçen ışınların ağ tabakaya ulaşması

olayları hangi sıra ile gerçekleşir?

A) III - I - IV - II
B) IV - II - I - III
C) I - II - IV - III
D) II - IV - I - III
E) IV - III - I - II

3. **Bir cisimden gelen ışınlar ağ tabakaya ulaşıncaya kadar,**

I. kornea
II. optik sinir,
III. camsı cisim,
IV. optik kiyazma

yapılarından hangilerine <u>uğramaz</u>?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) II ve IV E) III ve IV

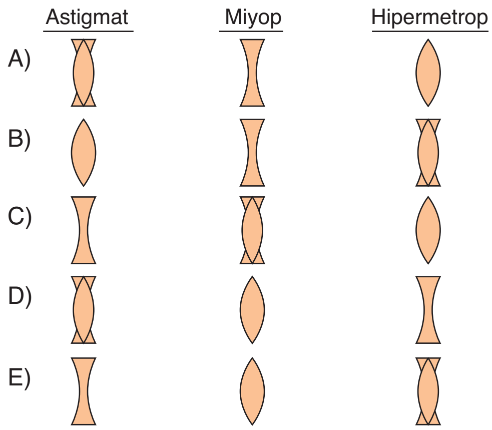
4. **İnsanlarda kokunun alınmasında sorumlu kemoreseptörlerle ilgili,**

I. Motor nöronlarla sinaps yaparlar.
II. Burnun üst bölümünde bulunan koku soğancığında bulunurlar.
III. Bağlantılı oldukları nöronlar talamusa uğramadan beyin kabuğuna ulaşırlar.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

5. **Göz kusurları ve bu göz kusurlarının tedavisinde kullanılan mercek çeşitleri ile ilgili aşağıda yapılan eşleştirmelerden hangisi doğrudur?**



6. **İşitme olayı sırasında aşağıdaki olaylardan hangisi <u>en son</u> gerçekleşir?**

A) Oval penceredeki titreşimlerin dalız aracılığı ile vestibular kanala iletilmesi
B) Kulak zarındaki titreşimlerin çekiç, örs ve üzengi kemiklerinde kuvvetlendirilmesi
C) İmpulsların işitme sinirleri ile beyin kabuğuna iletilmesi
D) Timpanik kanalın üzerinde bulunan temel zarın titreşmesi
E) Ses dalgalarının kulak kepçesi tarafından toplanması

7. **Aşağıdaki duyu organlarından hangisinde bulunan reseptör sayısı diğerlerinden daha fazladır?**

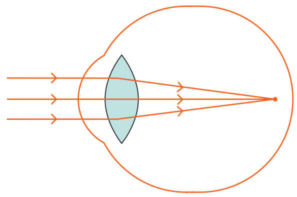
A) Göz B) Burun C) Deri D) Kulak E) Dil

8. Kulak işitme ve denge organı olup dış, orta ve iç kulak olmak üzere üçe ayrılır.

Kulağa ait yapılarla ilgili aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

	Yapı	Bulunduğu kısım
A)	Kulak yolu	Orta kulak
B)	Korti organı	Dış kulak
C)	Tektoriyal zar	İç kulak
D)	Vestibular kanal	Orta kulak
E)	Çekiç kemiği	İç kulak

9.



Yukarıda verilen göz kusuru,

I. koni hücrelerinin görev yapamaması,
II. göz merceğinin normalden kalın olması,
III. göz yuvarlağının önden arkaya doğru olan çapının normalden kısa olması

durumlarından hangilerinin sonucunda oluşabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) II ve III

10. **Gözde bulunan çubuk ve koni hücreleri ile ilgili,**

I. retina tabakasında bulunma,
II. görme sinirleri ile bağlantılı olma,
III. kırmızı, yeşil ve mavi renge duyarlı olma,
IV. ışığı algılayan reseptörler içerme

özelliklerinden hangileri ortaktır?

A) I ve II B) II ve IV C) III ve IV D) I, II ve IV E) II, III ve IV

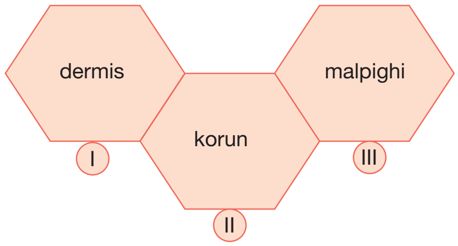
11. **Bir besin molekülünün tadının ve kokusunun alınabilmesi için,**

I. uyarının en az eşik değerde olması,
II. besin molekülünün suda ya da mukusta çözünmesi,
III. oluşan impulsların beyin kabuğundaki merkezlerde değerlendirilmesi

koşullarından hangileri gerçekleşmelidir?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

12. **Deriye ait olan,**



tabakalarının dıştan içe doğru sıralanması aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) I - II - III B) II - III - I C) II - I - III D) III - I - II E) III - II - I

13. **Sesin algılanması sürecinde,**

I. otolit taşlarının reseptörlere temas etmesi,
II. korti organında bulunan tüylü duyu hücrelerinde impuls oluşması,
III. orta kulakta oluşan impulsların talamusa uğrayarak beyin kabuğuna taşınması

olaylarından hangileri gerçekleşmez?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

14. **Salyangoza ait olan üç kanal ile ilgili,**

I. Vestibular kanal oval pencere ile bağlantılıdır.
II. Kohlear kanalın içinde işitme organı olan korti bulunur.
III. Timpanik kanal perilenf sıvısı ile doludur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

1. C	2. D	3. D	4. B	5. A	6. C	7. A	8. C	9. B	10. D	11. E	12. B	13. D	14. E

Destek ve Hareket Sistemi

11. Ünite

Örnek Sorular

1. **Kıkırdak doku ile ilgili,**

I. Kemik doku ile beraber iskelet sistemimizi oluşturur.

II. Hücrelerine kondrosit, ara maddesine kondrin denir.

III. Hücreleri arasında bol miktarda kılcal damar bulunur.

ifadelerinden hangileri doğru değildir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

2. **Kıkırdak doku ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?**

A) Hücreleri kapsüller ile çevrilidir.

B) Farklılaşarak kemik dokuya dönüşür.

C) Hücreleri düzenli dizilmiş olup ara madde içermez.

D) Hiyalin, fibröz ve elastik gibi çeşitleri bulunur.

E) Hücreleri mitozla bölünebilir.

3. **Kıkırdak doku çeşitleri ve bulundukları yapılar ile ilgili,**

I. fibröz kıkırdak ⟶ kaburga uçları,

II. elastik kıkırdak ⟶ kulak kepçesi,

III. hiyalin kıkırdak ⟶ uzun kemiklerin eklem yüzeyi

yukarıdaki eşleştirmelerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

Palme Yayınevi

➢ İnsanlar konuşma, yazma, yürüme ve yüzme gibi etkinliklerini iskelet ve iskeletlerine bağlı olan kasları ile gerçekleştirirler. Başka bir ifadeyle insanlarda destek ve hareket için iskelet ve kas sistemleri beraber görev yapar.

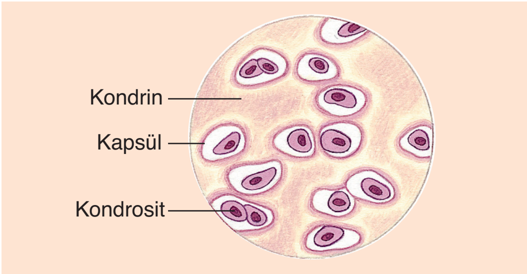
A. İSKELET SİSTEMİ

➢ İnsanlarda iskelet sistemi **kemik** ve **kıkırdak** dokudan oluşur.

I. KIKIRDAK DOKU

➢ Kıkırdak doku hücreler ve hücreler arası maddelerden oluşur. Kıkırdak dokuda yer alan hücrelere kondrosit, ara maddesine ise kondrin adı verilir.

➢ Kıkırdak hücrelerinin salgıladığı ara madde, büyük ölçüde kondroitin sülfat ve proteinden oluşmuştur. Ara madde içinde protein yapılı olan kollajen ve elastik lifler bulunur. Kondrositler yuvarlak veya oval şekilli büyük çekirdekli hücreler olup kapsülle çevrilidir. Kapsülün içinde bir veya birkaç tane kondrosit hücresi bulunabilir.



Kıkırdak doku

Not: Kıkırdak doku, kıkırdak zarı dışında kan damarı içermez. Kondrositler bu zardaki damarlardan difüzyonla beslenirler. Atık maddeler aynı yoldan uzaklaştırılır.

Not: Sporcu sakatlanmalarında kıkırdak dokunun yavaş iyileşmesinin nedeni, hücreleri arasında damar bulunmamasıdır.

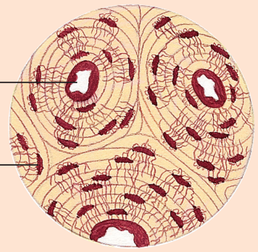
➢ Kıkırdak doku hiyalin kıkırdak, elastik kıkırdak ve fibröz kıkırdak olmak üzere üçe ayrılır.

- **Hiyalin Kıkırdak :** İnsanların embriyo dönemindeki iskeleti hiyalin kıkırdaktan yapılmıştır. Gelişim sürecinde hiyalin kıkırdak kemik dokuya dönüşür. Fakat ergin bireylerin, kaburga uçları ve oynar eklemlerdeki kemiklerin eklem yüzeylerinde hiyalin kıkırdak varlığını devam ettirir.
- **Elastik Kıkırdak :** Bükülebilir yapıda olup kulak kepçesi gibi kısımlarda bulunur.
- **Fibröz Kıkırdak :** Basınç ve çekmeye karşı dayanıklı olup omurların arasındaki esnek diskleri oluşturur.

II. KEMİK DOKU

➢ Embriyonik dönemin başlangıcında iskelet kıkırdak yapılıdır. Gelişimin ikinci ayından itibaren kemikleşme başlar ve kemik doku oluşur. Kemik dokunun oldukça katı olan ara maddesi içinde **osteosit** adı verilen kemik hücreleri bulunur.

➢ Ara madde organik ve inorganik moleküllerden oluşur. Kemik dokudaki inorganik madde miktarı organik madde miktarından çoktur. Organik kısım protein yapılı kollajen liflerden oluşur ve kemiklere esneklik kazandırır. İnorganik kısmı ise kalsiyum fosfat, kalsiyum karbonat ve magnezyum fosfat tuzlarından oluşur ve kemiğe sertlik kazandırır.



Kemik doku

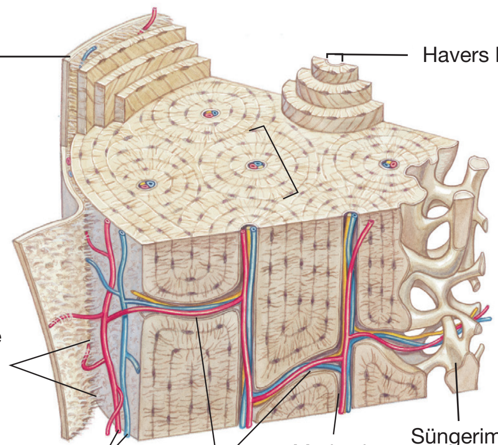
Not: Bebeklerin kemik dokusundaki organik madde oranı fazla olup kemikleri oldukça esnektir. Birey büyüdükçe kemik dokudaki inorganik tuz oranı artar. Bu durum kemiklerin iyice sertleşmesine ve kırılganlığının artmasına neden olur.

➢ Kemik doku sıkı (sert) kemik doku ve süngerimsi kemik doku olmak üzere ikiye ayrılır.

a. Sıkı kemik doku : Kemiklerin dış kısmında bulunan sert tabakadır. Osteositler, aralarındaki katı ara maddeye rağmen, kemik içindeki ince kanallar boyunca uzanan, uzun hücresel bağıntılar sayesinde birbiriyle teması sürdürürler. Kemik doku içinde boyuna uzanan **Havers kanalları** ile bu kanalları birbirine bağlayan **Volkmann kanalları** bulunur. Bu kanalların içinde kan damarları ve sinirler vardır. Osteositler kan damarlarından besin ve oksijen alırken, atık maddelerine de aynı yoldan kana verirler.

b. Süngerimsi kemik doku : Uzun kemiklerin baş kısmında, kısa ve yassı kemiklerin içinde yer alır. Gözenekleri arasında kırmızı kemik iliği bulunur.

Not: Süngerimsi kemik doku içinde bulunan kırmızı kemik iliğinde kan hücreleri üretilir.



Kemik dokuyu oluşturan yapılar

Örnek Sorular

4. **Kemik dokuya ait olan havers ve volkmann kanallarında,**

I. osteosit,

II. kan damarları,

III. sinir hücreleri

yapılarından hangileri bulunur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

5. **Omurgalı hayvanlarda bulunan kemik doku ile ilgili,**

I. Kılcal damar içermediğinden metabolizma hızı düşüktür.

II. İçerdiği inorganik madde oranı, organik madde oranından fazladır.

III. Farklılaşarak kıkırdak dokuyu oluşturur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

6. Aşağıda bazı hayvansal dokular (I) ve bu dokulara ait olan hücre çeşitleri (II) verilmiştir.

Yapılan eşleştirmelerden hangisi doğru <u>değildir</u>?

	I	II
A)	Bağ doku	Trombosit
B)	Kıkırdak doku	Kondrosit
C)	Sinir doku	Nöron
D)	Kemik doku	Osteosit
E)	Kan doku	Alyuvar

1	B	2	C	3	E

Örnek Sorular

7. I. Kemiklerde enine büyüme ve onarımı sağlar.

II. Kemik dokunun yıldız şeklindeki hücreleridir.

III. Kemiklerin boyca uzamasını sağlar.

Yukarıda özellikleri verilen iskelet sistemi yapıları aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	I	II	III
A)	Periost	Kondrosit	Epifiz plağı
B)	Osteosit	Makrofaj	Sarı ilik
C)	Kondrosit	Makrofaj	Sarı ilik
D)	Periost	Osteosit	Epifiz plağı
E)	Osteosit	Periost	Kırmızı ilik

8. **Uzun bir kemiğe ait olan,**

I. sıkı kemik doku,

II. periost,

III. kırmızı kemik iliği

yapılarından hangilerinde kan hücreleri sentezlenir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

9. **Kemik doku aşağıdaki işlevlerden hangisini gerçekleştiremez?**

A) Kan hücrelerinin sentezi

B) Vücuda şekil verme

C) Hareketi sağlama

D) Hormon sentezi

E) Mineral depolama

4	D	5	B	6	A

Palme Yayınevi

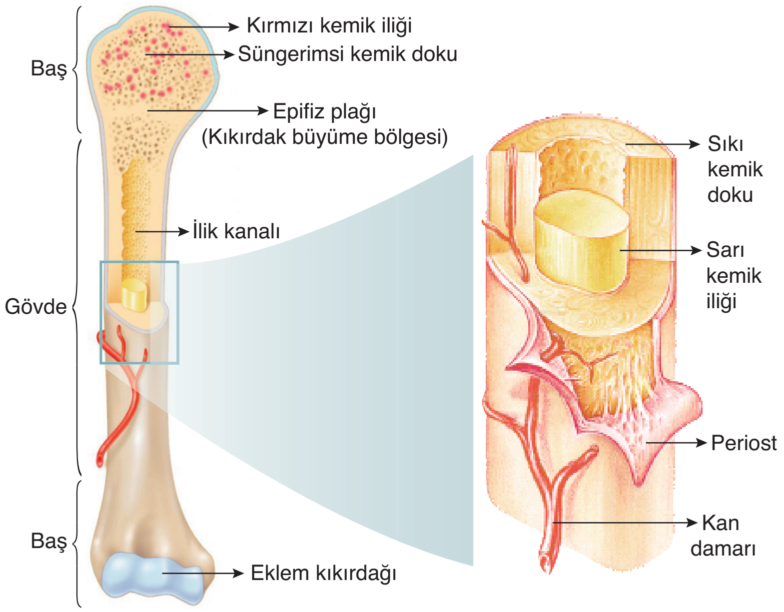
➢ Kemik dokunun başlıca görevleri şunlardır :

- Kemikler vücuda şekil verir ve desteklik sağlar. Ayrıca kaslarla birlikte vücudu hareket ettirir.
- Kafatası ve göğüs kafesi kemikleri çevreledikleri yaşamsal organları dış etkilere karşı korur.
- Kemiklerin iç kısmında bulunan kırmızı kemik iliği, kan hücrelerinin yapımında görev alır.
- Kemikler kalsiyum, fosfat, magnezyum gibi minerallerin deposu olarak da iş görür.

➢ İskeletimizi meydana getiren kemikler şekillerine göre uzun kemikler, kısa kemikler, yassı kemikler ve düzensiz şekilli kemikler olarak dört farklı gruba ayrılır.

a. Uzun Kemikler

➢ İki ucu şişkin silindirik şekilli kemiklerdir. Kemik ucundaki şişkin kısmı baş, iki baş arasındaki bölgeye ise **gövde** denir.



Uzun kemiğin yapısı

➢ Baş kısmının yüzeyi kıkırdak doku ile kaplıyken, iç kısmında gözenekli bir yapıda olan süngerimsi kemik doku vardır. Bu dokunun boşluklarında kırmızı kemik iliği bulunur. Kırmızı kemik iliğinde kan hücreleri (alyuvar, akyuvar, kan pulcuğu) üretilir.

➢ Gövde kısmı sıkı (sert) kemik dokudan oluşmuştur. Dış kısmında periost olarak adlandırılan kemik zarı bulunur. Bu zarın üzerinde bol miktarda kan damarı ve sinir bulunur. Periost kemiğin enine büyümesi, yenilenmesi ve onarılması gibi olaylarda görev yapar.

➢ Uzun kemiklerin baş ve gövde kısımları arasında kıkırdak yapılı olan epifiz plağı (büyüme diski) bulunur. Bu yapı kemiğin boyca uzamasını sağlar.

Not: Kıkırdak yapılı olan epifiz plağı 19 - 23 yaşından sonra kemikleşir ve kemiğin boyca uzaması durur. İnsanlarda boydaki uzamanın sınırlı olmasının nedeni budur.

- Kol ve bacaklarda bulunan uyluk, kaval, baldır, pazu, ön kol ve dirsek kemikleri ile ayaklardaki parmak kemikleri uzun kemiklerdir.

b. Kısa Kemikler

- Boyları ve enleri birbirine yaklaşık olarak eşit olan kemiklerdir. El ve ayak bilek kemikleri kısa kemiklere örnektir.

c. Yassı Kemikler

- Plaka şeklinde olup geniş yüzey alanına sahip kemiklerdir. Kafatası, kürek, kalça ve kaburga kemikleri yassı kemiklerdir.

d. Düzensiz Şekilli Kemikler

- Vücudun değişik bölgelerinde bulunan ve belirli bir şekli olmayan kemiklerdir. Omur kemikleri ile bazı yüz kemikleri bu gruba girer.

III. İNSAN İSKELETİNİN BÖLÜMLERİ

- İnsan iskeleti baş, gövde ve üyeler olmak üzere üç bölümden oluşur. Gövde iskeletinde omurga, göğüs kemiği ve kaburgalar bulunur. Üyeler iskeletini ise kol ve bacak kemikleri oluşturur. Kafatası ve yüz kemikleri baş iskeletine aittir.

NOT: İnsan iskeletinde 206 tane kemik bulunur. Yaşın ilerlemesine bağlı olarak bazı kemikler birbiriyle kaynaştığı için kemik sayısı azalır.

B. EKLEMLER

- İskelet sistemini meydana getiren kemiklerin birbirine bağlandığı bölgeye eklem denir. Eklemler hareket derecelerine göre oynar eklem, az oynar eklem ve oynamaz eklem olmak üzere üçe ayrılır.

a. Oynar Eklem

- Kemiklerin eklem yapan yüzeylerinde eklem kıkırdağı bulunur. Bu yapı hiyalin kıkırdaktan oluşur. Ekleme ait olan iki kemik birbirine ligament adı verilen bağlarla bağlanır. Bu yapı eklemlere sağlamlık kazandırır.
- Eklem bölgesinde bağ dokudan yapılmış bir kapsül bulunur. Bu yapıya eklem kapsülü denir. Bu kapsülün iç kısmında bulunan sinovial zar, eklem boşluğuna eklem sıvısı (sinovial sıvı) salgılar. Bu sıvı eklemlerde kayganlık sağlayarak eklem yüzeyindeki aşınmayı önler. Kol ve bacaklarda hareketi sağlayan eklemler oynar eklemlerdir.

b. Az Oynar Eklem

- Hareketi sınırlı olan eklemlerdir. Ekleme ait iki kemik arasında kıkırdak yapılı bir disk bulunur. Bu disk kemiklerin birbirine sürtünerek aşınmasını engeller. Boyun, göğüs ve bel omurları arasındaki eklemler bu gruba girer.

c. Oynamaz Eklem

- Kemikleri hareket etmeyecek şekilde birbirine bağlı olan eklemlerdir. Kafatası ve yüzdeki (alt çene kemiği hariç) eklemler bu gruba girer.

NOT: Az oynar ve oynamaz eklemlerde eklem kapsülü ve eklem sıvısı bulunmaz.

Örnek Sorular

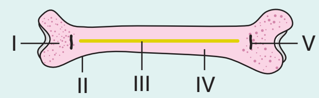
10. İskelet sistemine ait olan kafatası kemiğinde,

I. sıkı kemik doku,
II. süngerimsi kemik doku,
III. kemik zarı (periost)

yapılarının <u>dıştan içe</u> doğru sıralanması aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

A) I - II - III B) I - III - II C) II - I - III
D) III - I - II E) III - II - I

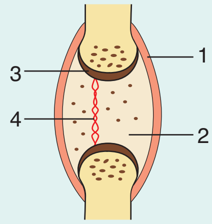
11.



Uzun kemiğe ait yukarıdaki şema ile ilgili aşağıdakilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) I nolu yapıda kırmızı kemik iliği bulunur.
B) II nolu yapı kemiklerin onarımını ve enine büyümesini sağlar.
C) III nolu yapı sadece uzun kemiklerde bulunur.
D) IV nolu yapıda havers ve valkmann kanalları bulunur.
E) V nolu yapı ömür boyu kıkırdak olarak kalır.

12. Aşağıda oynar bir eklem şematize edilmiştir.



Bu şemaya ait numaralı yapılar ile ilgili,

I. 1 nolu yapı eklem kapsülüdür.
II. 2 nolu sıvı 3 nolu yapı tarafından salgılanır.
III. 4 nolu yapı iki kemiği birbirine bağlayan ligamenttir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

7	D	8	B	9	D

Örnek Sorular

13. **İnsana ait olan,**

I. diz,

II. omurlar arası,

III. kafatası

eklemlerinin hareket yeteneklerinin çoktan aza doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

A) I - II - III B) I - III - II C) II - I - III D) II - III - I E) III - I - II

14. **Çıkık ve burkulma rahatsızlıkları için,**

I. eklemlerde gerçekleşme,

II. ilgili bölgede ağrı ve şişmeye neden olabilme,

III. eklemi oluşturan kemiklerin normal konumlarını kaybetmesi

özelliklerinden hangileri ortaktır?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

15. **Bir çocuğun kaval kemiğinin epifiz plaklarından biri tahrip olursa aşağıdakilerden hangisinin ortaya çıkması beklenir?**

A) Kemikte enine kalınlaşmada sonlanma

B) Kemikte boyuna uzamada yavaşlama

C) Kemik dokuda zayıflama

D) Kemik dokuda kan hücresi üretiminde azalma

E) Sarı ilik üretiminde azalma

10	D	11	E	12	C

EKLEM RAHATSIZLIKLARI VE KIRIK

➢ Zorlayıcı fiziksel faaliyetler eklemlerde bazı bozulmalara sebep olabilir. Çıkık, burkulma, eklem iltihapları ve yüzey bozulmaları eklemlerde oluşabilecek sorunlara örnek olarak verilebilir.

- **Çıkık**, bir eklemi oluşturan iki kemiğin eklem bölgesinde birbirinden uzaklaşmasıdır. Düşme, darbe ve kontrolsüz hareketler eklem bölgelerinde çıkık oluşmasına neden olabilir. Bunun sonucunda ilgili bölgede ağrı, şişme ve hareket yeteneğinde azalma gibi belirtiler oluşur. Çıkık olayı bilek, diz, omuz, parmak ve kalça gibi eklemlerde gerçekleşebilir.
- **Burkulma** olayında, eklemi oluşturan kemikler normal konumlarını kaybetmez. Eklem bölgesinde yer alan tendon, ligament veya bağ doku liflerinin aşırı zorlanması veya yırtılması burkulmaya neden olur. İlgili bölgede ağrı ve şişme gözlenir. El ve ayak bilekleri burkulmanın en fazla görüldüğü bölgelerdir.
- **Menisküs**, diz eklemlerinde bulunan kıkırdak disklerinin zedelenmesi veya yırtılması durumudur. Herkeste görülebilen bu rahatsızlığın sporcularda görülme oranı daha yüksektir. Yürüme ve merdiven çıkma gibi etkinliklerde dizlerde oluşan şiddetli ağrılar bu rahatsızlığın en önemli belirtileridir.
- **Artrit**, eklem bölgesinin iltihaplanması, şişmesi ve ağrı duyulmasıyla ortaya çıkar. Eklem yüzeylerindeki kıkırdak dokunun yumuşaması ve pürüzlü hale gelmesi sonucu ortaya çıkan bu durum hareket halinde eklemlerde ağrıya neden olur. Artrit özellikle yaşlı bireylerin diz, kalça ve parmak eklemlerinde görülür.
- **Kırık**, bir darbe sonucu kemik dokuyu oluşturan hücrelerin birbirinden ayrılması, durumudur. Osteoporoz ve kemik kanseri gibi hastalıklar kemiklerin kırılmasını kolaylaştırır. Kırık bölgesinde şişme ve şiddetli ağrı gibi durumlar gözlenir. Kemik kırıkları, kemik zarı (periost) tarafından onarılır.

C. KASLAR

➢ Destek ve hareket sisteminin ikinci elemanı kaslardır. Kaslar hareketin yanında iç organların korunması ve vücut duruşunun sağlanması gibi olaylarda da görev yapar. Kaslar, **aktin** ve **miyozin** olarak adlandırılan iki farklı protein içerir. Bu proteinlere **miyofibril** adı verilir.

➢ Kas hücrelerinin zarına sarkolemma, plazmasına sarkoplazma denir. Bu hücrelerde bulunan endoplazmik retikulum ise sarkoplazmik retikulum olarak adlandırılır.

NOT: Sarkoplazmik retikulumda, kas kasılmasında görev yapan kalsiyum minerali depolanır.

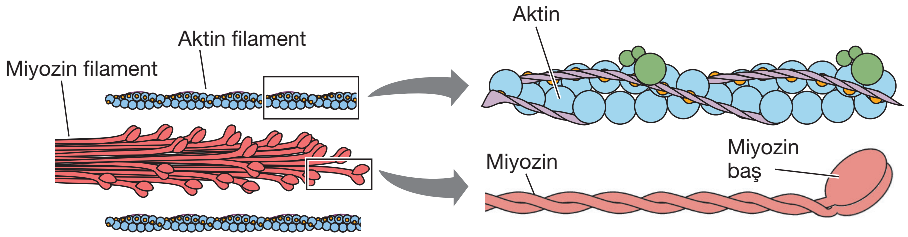
➢ İnsanda iskelet kası, düz kas ve kalp kası olmak üzere üç çeşit kas vardır.

1. İSKELET KASI (ÇİZGİLİ KAS)

➢ Kemikleri ve vücudu hareket ettiren iskelet kasına çizgili görünmesinden dolayı çizgili kas da denir. Bu kaslar çok çekirdekli ve silindirik şekilli hücrelerden oluşur.

Not: İskelet kası hücreleri, embriyonik gelişim sırasında çok sayıda hücrenin kaynaşması ile oluştuğundan çok çekirdeklidir.

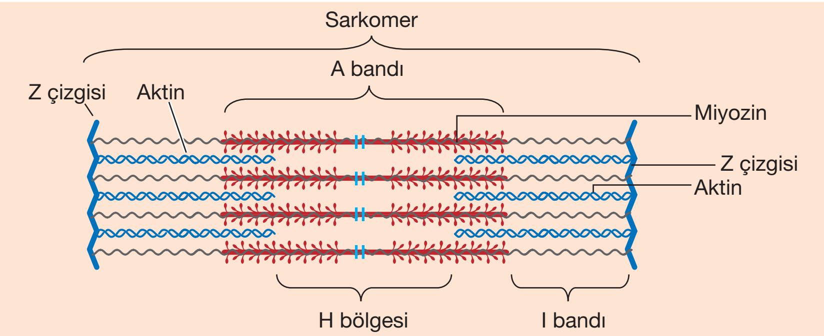
➢ Tüm kas çeşitlerinde olduğu gibi, iskelet kasları da miyofibril olarak adlandırılan proteinlerden oluşur. Miyofibriller ise, ince filamentler ile kalın filamentlerden meydana gelir. İnce filamentler, **aktin** proteininden oluşmuş iki zincirin birbirine sarmal biçimde sarılmasıyla oluşur. Kalın filamentler ise **miyozin** proteininden oluşur.



Kaslar aktin ve miyozin filamentlerden oluşur.

➢ İskelet kası hücrelerinde ince ve kalın filamentler düzenli bir şekilde dizilmiştir. Bu dizilim açık ve koyu bantlardan oluşan bir desenin ortaya çıkmasına neden olur. Bu görüntü, iskelet kaslarının çizgili kaslar olarak adlandırılmasına neden olur.

➢ Aşağıda çizgili kaslarda aktin ve miyozin iplikçiklerinin dizilimi ve bu dizilim sonucu oluşan bantlar verilmiştir.



- **Sarkomer :** İki Z çizgisi arasında kalan bölgedir. Sarkomer, kasların kasılma birimidir.
- **A bandı :** Miyozin filamentlerin boyunu gösterir. İçinde hem aktin hem de miyozin filamentleri bulunur. Koyu renklidir.
- **H bölgesi :** A bandının ortasında sadece miyozin filamentlerinin bulunduğu bölgedir.
- **I bandı :** Sadece aktin filamentlerinin bulunduğu açık renkli bölgedir. Aktin filamentlerinin bağlandığı kısımlara Z çizgisi denir.

Örnek Sorular

16. **Çizgili kaslara ait olan,**

I. H bandı,
II. A bandı,
III. I bandı

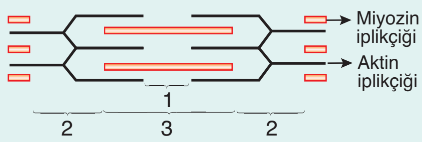
yapılarından hangilerinde hem aktin hem de miyozin proteinleri bulunur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

17. **Kas hücrelerine ait aşağıdaki organellerden hangisinin kalsiyum iyonları depolanır?**

A) Mitokondri
B) Sarkoplazmik retikulum
C) Golgi cisimciği
D) Lizozom
E) Ribozom

18. Aşağıda iskelet kasının kasılma birimi olan sarkomere ait bazı kısımlar numaralandırılarak verilmiştir.



Şemadaki numaralandırılmış bantlar ile ilgili,

I. 2 nolu kısımda sadece aktin filamentler bulunur.
II. 3 nolu kısım A bandı olarak adlandırılır.
III. 1 nolu kısımda sadece miyozin filamentler bulunur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

13	A	14	B	15	B

Örnek Sorular

19. **Bir iskelet kasında gerçekleşen,**

I. kas hücresinin endoplazmik (sarkoplazmik) retikulumundan Ca^{++} iyonlarının serbest kalması,

II. miyozin ile aktin filamentlerinin ATP kullanılarak birbiri üzerinde kayması,

III. kas hücresinde oluşan uyarının kas hücresi zarı boyunca yayılması,

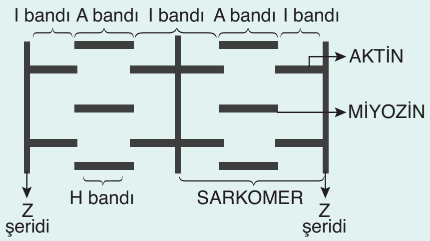
IV. Ca^{++} iyonunun aktin filamentine bağlanmasıyla miyozinin aktine bağlanma bölgelerinin açılması,

V. motor uç plaklarındaki nörondan sinaptik boşluğa asetilkolin salınması

olayların doğru sırası aşağıdakilerin hangisinde verilmiştir?

A) I - IV - III - V - II
B) II - V - I - III - IV
C) III - V - I - II - IV
D) V - II - I - IV - III
E) V - III - I - IV - II

20. Aşağıdaki şekil, bir çizgili kas dokusunun mikroskobik yapısını göstermektedir.



Kasılma sırasında (kayan iplikler hipotezine göre) aşağıdakilerden hangisi gerçekleşmez?

A) Aktin çubuklarının birbirine yaklaşması
B) 'I' bandının daralması
C) "H" bandının daralması
D) "Z" şeritlerinin birbirine yaklaşması
E) Miyozin çubuklarının boyca kısalması

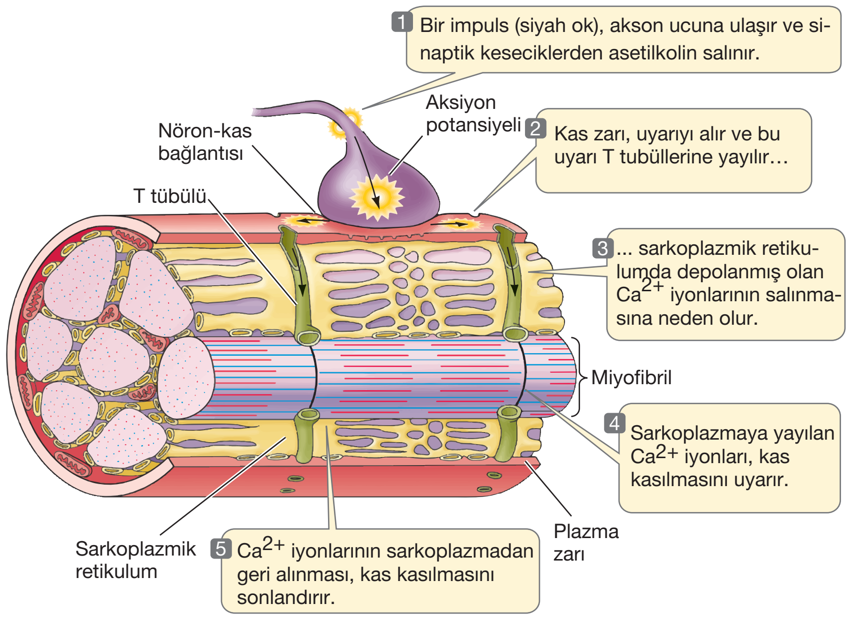
(1990 – ÖSS)

16	B	17	B	18	E

Palme Yayınevi

KAS KASILMASI (Huxley Kayan İplikler Modeli)

➢ İskelet kası, isteğimizle kasılıp gevşeyen istemli bir kastır. İskelet kasları merkezi sinir sisteminden gelen miyelinli motor nöronlar tarafından uyarılır. Motor nöron ile iskelet kası hücreleri arasındaki bağlantı motor uç plak olarak adlandırılır.



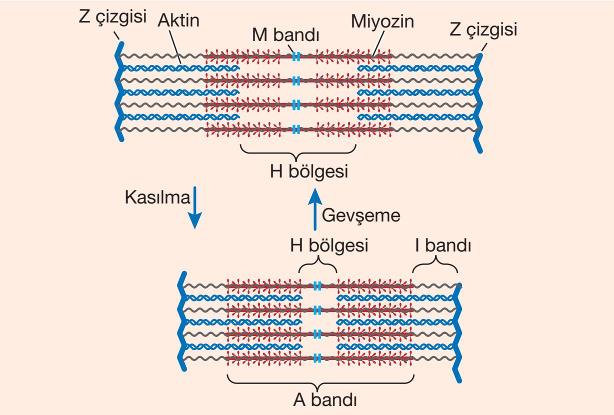
Motor uç plağın yapısı ve impulsların T tübülleri boyunca kas hücrelerinde iletilmesi

➢ Aşağıda bir kas telinin uyarıyı alması ve kasılması süresince meydana gelen olaylar sırasıyla verilmiştir:

- Motor nörondan salgılanan asetilkolin, kas hücresinin zarındaki reseptörlere bağlanır ve kas hücresi uyarılır.
- Kas hücrelerinin zarı, hücrenin içine kadar uzanan T tübülleri ile bağlantılıdır. Uyarıyı alan kas hücresinde oluşan impuls T tübülleri ile hücre içinde bulunan sarkoplazmik retikuluma iletilir.
- Uyarılan sarkoplazmik retikulumdan sitoplazmaya kalsiyum iyonları (Ca^{++}) salgılanır.
- Sitoplazmaya salınan Ca^{++} iyonunun aktin filamentine bağlanmasıyla miyozinin bağlanacağı bölge açığa çıkar.
- ATP hidrolizi ile açığa çıkan enerji yardımıyla aktin filamentler, miyozin filamentler üzerinden içeriye doğru kayarlar ve kasılma gerçekleşir.
- Kasılmanın tamamlanmasından sonra Ca^{++} iyonları aktif taşıma ile sarkoplazmik retikuluma geçer ve kas gevşer.

Not: Kasılmanın başlaması için sarkoplazmik retikulumdaki Ca^{++} iyonların sitoplazmaya salınması gerekir. Gevşeme sürecinde bu Ca^{++} iyonları aktif taşıma ile sarkoplazmik retikuluma geri toplanır. Ölünce, kasılma sırasında sitoplazmaya bırakılan Ca^{++} iyonları sarkoplazmik retikuluma alınamadığından kaslar kasılı kalır. Bu duruma **ölüm katılığı** (rigor mortis) denir.

➢ Huxley'in kayan iplikler modeline göre kasılma sırasında Z çizgileri birbirine yaklaşır ve sarkomerin boyu kısalır. Aktin ve miyozin filamentlerin uzunluğu değişmez. Sarkomerin yapısında bulunan I bandı daralır, A bandının boyu değişmez, H bölgesi ise daralır ya da kaybolur. Gevşemede ise bu olayların tam tersi gerçekleşir.



Huxley kayan iplikler modeline göre kasılma ve gevşeme sırasında sarkomerin durumu

➢ Bu modele göre kasılma ve gevşeme sırasında gerçekleşen bazı değişimler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Kasılma	Gevşeme
• A bandının boyu değişmez. • I bandı daralır. • H bölgesi daralır ya da kaybolur. • Sarkomerin boyu kısalır. • Aktin ve miyozin filamentlerin boyu değişmez. • Sitoplazmadaki Ca^{++} miktarı artar. • Kasın hacmi değişmez.	• A bandının boyu değişmez. • I bandı genişler. • H bölgesinin boyu uzar. • Sarkomerin boyu uzar. • Aktin ve miyozin filamentlerin boyu değişmez. • Sitoplazmadaki Ca^{++} miktarı azalır. • Kasın hacmi değişmez.

İskelet Kasının Kasılma Mekanizması

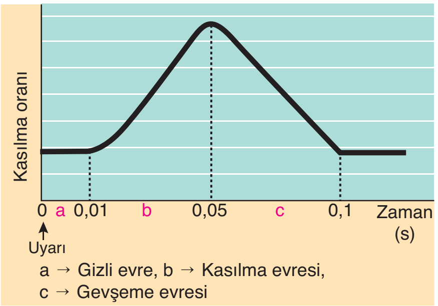
➢ Kasın kasılmasını sağlayan en küçük uyarı şiddetine **eşik şiddeti** denir. Bir kas teli eşik şiddetin altındaki uyarılara tepki vermezken, eşik şiddeti ve üzerindeki uyarılara ise tepki gösterir. Bu durum **ya hep ya hiç prensibi** olarak adlandırılır.

➢ Dinleme durumundaki kaslar belirli derecede kasılma durumundadır. Buna **kas tonusu** denir.

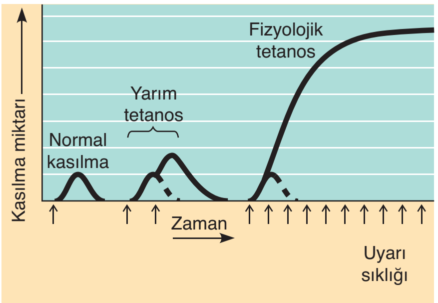
➢ Uyarılan bir kasın bir kez kasılıp gevşeyerek eski halini almasına **kas sarsı** ya da **kasıl sarsılma** denir. Bu süreçte sırasıyla gizli evre, kasılma evresi ve gevşeme evresi görülür.

- **Gizli evre:** Kasın uyarıldığı an ile kasılmaya başladığı an arasında geçen süredir.
- **Kasılma evresi:** Kasılmanın başladığı an ile gevşemenin başladığı an arasında geçen süredir.
- **Gevşeme evresi:** Kasın gevşeyerek eski haline geri dönmesine kadar geçen süredir.

➢ Kaslar art arda uyarılırsa, gevşemeye fırsat bulamadan kasılı kalırlar. Bu duruma **fizyolojik tetanos** denir.



Kasıl sarsılma



Fizyolojik tetanos

Örnek Sorular

21. **Gevşemekte olan bir çizgili kasta,**

I. sitoplazmadaki Ca^{++} miktarının azalması,

II. A bandının boyunun kısalması,

III. aktin ipliklerinin birbirine yaklaşması,

IV. H bandının boyca uzaması

durumlarından hangileri gerçekleşir?

A) I ve III B) I ve IV C) II ve III

D) I, II ve IV E) I, III ve IV

22. **Çizgili kasların kasılmış ya da gevşemiş olması aşağıda verilenlerden hangisinin değişmesine neden olur?**

A) Aktin ipliğinin yapısı

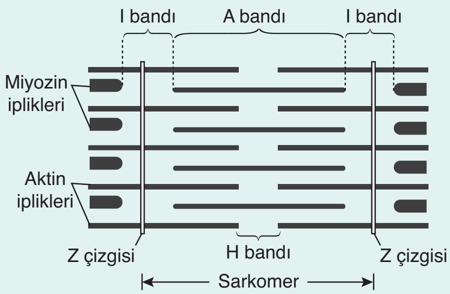
B) A bandının uzunluğu

C) Kasın hacmi

D) Miyozin ipliğinin uzunluğu

E) Sarkomerin boyu

23. Aşağıdaki şema, insanda bir sarkomerin yapısını göstermektedir.



Kayan iplikler hipotezine göre, kasılmış bir çizgili kasın gevşemesi sırasında,

I. H bandının kısalması,

II. A bandının aynı kalması,

III. I bandının kısalması,

IV. Z çizgilerinin birbirinden uzaklaşması

olaylarından hangileri görülür?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III

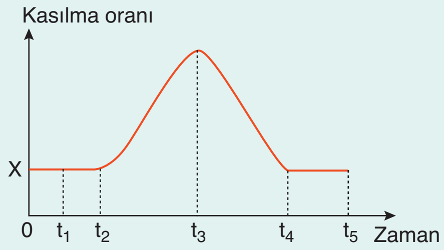
D) II ve IV E) III ve IV

(2007 – ÖSS FEN-2)

19	E	20	E

Örnek Sorular

24. Aşağıdaki grafikte t_1 anında eşik değerdeki bir uyarı ile uyarılan bir çizgili kas hücresinin kasıl sarsılması gösterilmiştir.



Bu grafikle ilgili,

I. Uyarıyı alan kas hemen kasılır.

II. X kas tonusunu göstermektedir.

III. Kasılma evresi t_2'de başlamış, t_4'te sonlanmıştır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

25. X ve Y kaslarının antagonist çalıştığı bilinmektedir. Buna göre X kasının gevşediği bir zaman diliminde Y kasında,

I. A bandı,

II. sarkomer,

III. I bandı

yapılarından hangilerinin boyca kısalması beklenir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

26. İskelet kasları kırmızı kas ve beyaz kas olmak üzere ikiye ayrılır. Aynı bireye ait olan kırmızı ve beyaz kas hücreleri,

I. miyoglobin miktarı,

II. DNA nükleotit dizilimi,

III. mitokondri sayısı

özelliklerinden hangilerine bakılarak ayırt edilebilirler?

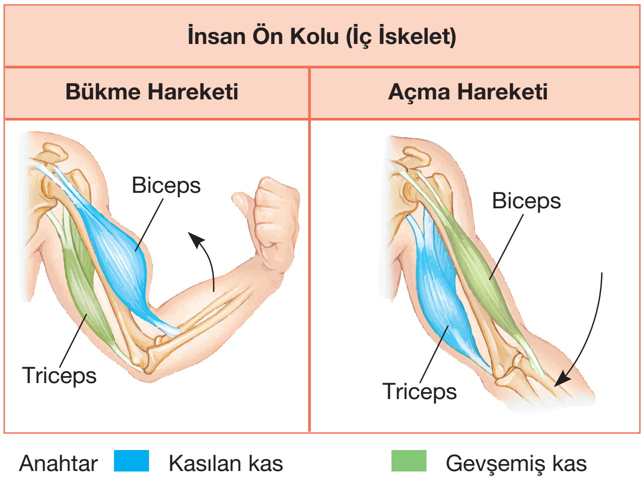
A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

21	B	22	E	23	D

Kas İskelet İlişkisi

- İskelet kaslarının kemiklere bağlandığı bölgeye **tendon (kas kirişi)** adı verilir. Tendonlar lifli bağ dokudan yapılmış olan oldukça dayanıklı yapılardır.
- İskelet kaslarının bir tarafı kemiğe bağlanırken diğer tarafı hareketli bir ekleme ya da deriye bağlanır. Kemiğe bağlandığı bölgeye **başlangıç noktası**, ekleme bağlandığı yere de **sonlanış noktası** denir.
- İskelet kasları genellikle çiftler halinde çalışır. Bu kaslardan biri kasılırken diğeri gevşer. Birbirine zıt çalışan kaslara **antagonist kaslar** denir. Kol ve bacaktaki kaslar antagonist kaslardır. Örneğin kolun hareketini sağlayan kaslardan biri bükücü kas, diğeri de açıcı kas olarak görev yapar ve antagonist çalışır.
- Aynı anda kasılıp aynı anda gevşeyen kaslara **sinerjist kaslar** denir. Karın ve sırt kasları bu gruba girer.



Kolda antagonist çalışan kaslar

- İskelet kasları **kırmızı kas** ve **beyaz kas** olmak üzere iki çeşittir.
- Kırmızı kaslardaki miyoglobin miktarı, mitokondri sayısı ve kan damarı miktarı çok fazladır. Enerji ihtiyacının büyük bir kısmını oksijenli solunumdan karşılarlar. Yorulmaya karşı dayanıklı olup görece olarak yavaş kasılıp gevşerler.
- Beyaz kaslardaki miyoglobin miktarı, mitokondri sayısı ve kan damarı miktarı daha azdır. Enerji ihtiyaçlarının çoğunu glikolizden karşılarlar. Çok hızlı çalışan bu kaslar çabuk yorulurlar.

NOT: Uzun mesafe koşucularının bacak kaslarında kırmızı kas miktarı; kısa mesafe koşucularının bacak kaslarında ise beyaz kas miktarı fazladır.

NOT: Miyoglobin kaslarda bulunan bir protein olup oksijenin depolanmasını sağlar.

Kas Kasılması İçin Gerekli Olan Enerji :

- Kas hücrelerinin kasılıp gevşemesi için bol miktarda ATP gerekir. Kaslar, ihtiyaç duydukları ATP'yi sağlamak için üç farklı sisteme sahiptirler:
  - Doğrudan sistem, önceden üretilmiş olan ATP ve kreatin fosfatı kullanır.
  - Glikolitik sistem, glikozu laktik asite kadar yıkar.

- Oksidatif sistem, karbonhidrat, yağ ve proteinleri CO_2 ve H_2O'ya kadar parçalar.

➢ Kas kasılması için gerekli olan enerji öncelikli olarak sitoplazmada hazır olarak bulunan ATP'den sağlanır.

$$ATP \xrightarrow{ATP_{az}} ADP + P_i + Enerji$$

a. Doğrudan Sistem :

➢ Kaslardaki hazır ATP miktarı çok azdır ve hızla tükenir. Bu durumda gerekli enerji kasta hazır olarak bulunan kreatin fosfat molekülünden karşılanır.

$$\text{Kreatin fosfat} + ADP \underset{\text{Dinlenme}}{\overset{\text{Egzersiz}}{\rightleftharpoons}} \text{Kreatin} + ATP$$

Not: Dinlenme durumunda kreatin, ATP molekülünden bir fosfat alarak kreatin fosfata dönüşür. Böylece enerji, gerektiğinde kullanılmak üzere kreatin fosfatta depolanmış olur.

b. Glikolitik Sistem :

➢ Hazır ATP ve kreatin fosfat birkaç dakikalık bir süre içinde tükenir. Bu durumda gerekli olan enerji sitoplazmada gerçekleşen glikoliz tepkimeleri ile karşılanır. Bu sürecin sonunda kaslarda oluşan laktik asit glikolitik sistemi yavaşlatır.

c. Oksidatif Sistem:

➢ Yaklaşık bir dakika içinde tamamen aktif hale gelir. Böylece karbonhidratlar ve yağlar oksijenli solunumla CO_2 ve H_2O'ye kadar parçalanır. Bu süreçte bol miktarda ATP üretilir.

Not: Yoğun egzersizler sırasında kas hücrelerindeki;

- ATP, kreatin fosfat, glikoz, glikojen ve oksijen miktarı azalır.
- ADP, inorganik fosfat, kreatin, karbondioksit, ısı ve laktik asit miktarı artar.

2. DÜZ KASLAR

➢ Mekik biçiminde hücrelerden oluşur. Aktin ve miyozin filamentleri (miyofibriller) sitoplazmada dağınık olarak bulunur. Bu nedenle bantlaşma görülmez. Miyozin filament miktarı çizgili kasa göre daha azdır. Hücreleri tek çekirdeklidir. Çekirdekleri oval şekilli olup hücrenin ortasında bulunur.

➢ Sarkoplazmik retikulumları fazla gelişmemiştir. Bu nedenle kasılma için uyarı aldıklarında, ihtiyaç duydukları kalsiyum iyonlarını doku sıvısından karşılarlar.

➢ Kasılmaları yavaş ve düzenlidir. Yorulmadan, çok uzun süre kasılıp gevşeyebilirler. Otonom sinir sistemi ile bağlantılıdırlar. Bu nedenle istemsiz olarak çalışırlar. Bazı hormonlar, düz kasların kasılmasını uyarabilir. Örneğin oksitosin hormonu, rahim duvarındaki düz kasların kasılmasını sağlayarak doğuma yardımcı olur.

Örnek Sorular

27. Çizgili kaslar ihtiyaç duydukları enerjiyi karşılamak için,

I. kreatin fosfat,
II. glikoz,
III. adenozin trifosfat

moleküllerini hangi sıra ile kullanır?

A) I - II - III B) III - I - II C) II - III - I D) III - II - I E) I - III - II

28. Çizgili kaslar,

I. aktin ve miyozin proteinlerinden oluşma,
II. çok çekirdekli hücrelere sahip olma,
III. somatik sinirlerce kontrol edilme,
IV. oksijenli solunum ile ATP üretebilme

özelliklerinden hangileri ile düz kaslardan ayırt edilebilir?

A) I ve II B) II ve III C) III ve IV D) I, II ve III E) II, III ve IV

29. İnsanın iskelet kası dokusunda, uzun süreli egzersizde,

I. kreatin fosfat,
II. laktik asit,
III. glikojen,
IV. ADP,
V. inorganik fosfat

moleküllerinden hangilerinin miktarında artış görülür?

A) I, II ve III B) I, III ve IV C) II, III ve V D) II, IV ve V E) III, IV ve V

(2011 – LYS)

24	A	25	E	26	D

Örnek Sorular

30. **İnsana ait olan aşağıdaki kısım ya da organlardan hangisinde bulunan kaslarda bantlaşma görülmez?**

A) Kol B) Kalp

C) Bacak D) Diyafram

E) Mide

31. **Kas dokuya ait aşağıdaki özelliklerden hangisi kalp kasına özgüdür?**

A) Enine bantlaşma gösterme

B) İstemsiz olarak kasılma

C) Çalışması için gerekli impulsu kendisi üretme

D) Çekirdeğinin hücrenin ortasında bulunması

E) Otonom sinirlerle bağlantılı olma

32. Aşağıdaki tabloda, düz kas, çizgili kas ve yürek kası ile ilgili özellikler verilmiştir.

	Kas I	Kas II	Kas III
Dokunun yapısal görünümü	Uzun silindirik lifler	Uzun mekik şeklinde hücreler	Silindirik, yan kollarla dallanan lifler
Çekirdek sayısı	Her lifte çok sayıda	Her hücrede bir tane	Her lifte çok sayıda
Çekirdek pozisyonu	Kenarda	Ortada	Ortada
Kasılma hızı	Çok hızlı	Yavaş	Hızlı

Tablodaki bilgilere göre düz kas, çizgili kas ve yürek kasını gösteren numaralar aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	Düz kas	Çizgili kas	Yürek kası
A)	I	II	III
B)	II	III	I
C)	II	I	III
D)	III	I	II
E)	III	II	I

(1996 – ÖYS)

27	B	28	B	29	D

Palme Yayınevi

NOT Bazı düz kas hücreleri (sindirim kanalında bulunan) arasında bulunan kanallar, bu hücrelerin elektriksel olarak iletişimine olanak sağlar. Bu nedenle, bir düz kas hücresinin uyarılması, doku tabakasındaki tüm hücrelere yayılabilir. Böylece bağlantılı hücreler, koordineli bir şekilde kasılır.

➢ Düz kaslar kan damarları, mide ve bağırsak gibi iç organların duvarında yer alırlar.

3. KALP KASI

➢ Yan kollara ayrılan silindirik hücrelerden oluşur. Aktin ve miyozin filamentlerinin düzenli diziliminden dolayı iskelet kasları gibi çizgili bir yapı gösterirler. Ancak iskelet kasından farklı olarak hücreleri tek çekirdeklidir. Sarkomer yapıları iskelet kasları gibidir. Hücrelerin uç kısımları hücreler arası diskler ile birleşmiştir.

NOT Kalp kası hücreleri, motor nöronlardan uyarı almadan kasılıp gevşeyebilir. Kalbin sağ kulakçığında bulunan özelleşmiş hücreler (S.A düğüm), kalbin çalışması için gerekli olan impulsları ritmik olarak üretir. Bu impulslar kalp kası hücreleri arasında hızlı bir biçimde iletilir.

➢ Yapı olarak iskelet kasına benzeyen kalp kası, çalışma prensibi olarak düz kasa benzer. Otonom sinirler ile bağlantılı olup istemsiz çalışırlar. Kendi başına kasılıp gevşeyebilen kalp kasının faaliyetleri sempatik sinirler ile hızlanır, parasempatik sinirler ile yavaşlar.

İskelet kası	Düz Kas	Kalp Kası
• Silindirik hücrelerden oluşur.	• Mekik şeklindeki hücrelerden oluşur.	• Silindirik yan kollara ayrılan hücrelerden oluşur.
• Çok çekirdekli hücrelerdir.	• Tek çekirdekli hücrelerdir.	• Tek çekirdekli hücrelerdir.
• Çekirdekleri hücre zarına yakındır.	• Çekirdekleri hücrenin ortasındadır.	• Çekirdekleri hücrenin ortasındadır.
• Aktin ve miyozin filamentlerinin düzenli dağılımından dolayı çizgilidir.	• Aktin ve miyozin filamentleri sitoplazmada dağınık olarak bulunduğundan dolayı çizgisizdir.	• Aktin ve miyozin filamentlerinin düzenli dağılımından dolayı çizgilidir.
• Somatik sinirlerle bağlantılı olup istemli çalışır.	• Otonom sinirlerle bağlantılı olup istemsiz çalışır.	• Otonom sinirlerle bağlantılı olup istemsiz çalışır.
• Kemiklere ya da deriye tutunur. Kol ve bacaklarda bulunur.	• Kan damarları, mide ve ince bağırsak gibi organların duvarında bulunur.	• Kalbin miyokard tabakasında bulunur.

DESTEK VE HAREKET SİSTEMİNİN SAĞLIĞI

➢ Destek ve hareket sisteminin elemanlarından biri olan kemiklerin gelişiminde mineraller, vitaminler, hormonlar, güneş ışınları, genetik faktörler ve spor yapma etkilidir.

a. Mineraller :

➢ Kemiğin gelişimi ve sertleşmesi için kalsiyum, fosfor ve potasyum gibi minerallerin kemikte birikmesi gerekir. Mineral eksikliğine bağlı olarak ortaya çıkabilecek olan rahatsızlıkları önlemek için kalsiyum ve fosfor gibi mineraller bakımından zengin olan süt, peynir, yoğurt, yumurta, balık ve baklagil gibi besinler düzenli olarak tüketilmelidir.

b. Vitaminler :

➢ Kemik oluşumu ve gelişiminde D, A ve C vitaminlerinin etkisi vardır. D vitamini, bağırsaklardan kalsiyumun emilmesi için gereklidir. Bu vitamin eksikliğinde, kandaki Ca^{++} eksikliğine bağlı olarak kemik dokunun ara maddesinin sentezlenmesi aksar ve kemiklerde şekil bozuklukları veya çarpıklık ortaya çıkar. Bu durum çocuklarda raşitizm, yetişkinlerde ise osteomalazi adı verilen kemik hastalıklarına neden olur.

NOT: Steroid yapılı olan D vitamininin inaktif formu, derimizde güneş ışığı yardımıyla aktifleşerek D vitaminine dönüşür. Bu nedenle, her gün yeterli miktarda güneş ışığının tenimize değmesi sağlık için çok önemlidir.

c. Hormonlar :

➢ Kemiklerin büyüme ve gelişmesinde büyüme hormonu (GH), tiroksin, parathormon, kalsitonin, östrojen ve androjen (en önemli androjen testosterondur) gibi hormonlar etkilidir.

➢ Büyüme hormonu, uzun kemiklerdeki epifiz plağı (büyüme diski) uyararak bölünmesini sağlar. Böylece kemiklerin boyca uzamasını denetler. Bu hormonun büyüme döneminde az salgılanması sonucu **cücelik (dwarfizm)**; çok salgılanması sonucu **devlik (gigantizm)** ortaya çıkar.

NOT: Büyüme hormonunun ergin dönemde fazla salgılanması el, ayak ve yüzde orantısız büyümeye neden olur. Bu duruma **akromegali** (yunancada acros, aşırı ve mega, büyük anlamındadır.) denir.

➢ Tiroit bezinden salgılanan tiroksin hormonu iskelet ve zeka gelişimi için çok önemlidir. Büyüme dönemindeki çocuklarda tiroksin hormonunun yetersiz salgılanması durumunda iskelet gelişimi ve zihinsel gelişim yavaşlar. Bu durum **kretinizm** olarak adlandırılır.

Örnek Sorular

33. Kemik gelişiminde etkili olan D vitamini ile ilgili,

I. Çocuklardaki eksikliği raşitizm'e sebep olur.

II. Steroid yapılıdır.

III. Kalsiyumun kemikten kana geçmesini sağlar.

IV. Suda çözünen bir vitamindir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve III C) I ve IV D) II ve III E) III ve IV

34. Aşağıdaki hormonlardan hangisi kemik gelişiminde etkili değildir?

A) Parathormon
B) Büyüme hormonu
C) Kortizol
D) Kalsitonin
E) Testosteron

35. Kemik dokunun yapısında en fazla miktarda bulunan molekül aşağıdakilerden hangisidir?

A) Protein
B) Su
C) Karbonhidrat
D) Vitamin
E) Mineral

30	E	31	C	32	C

Örnek Sorular

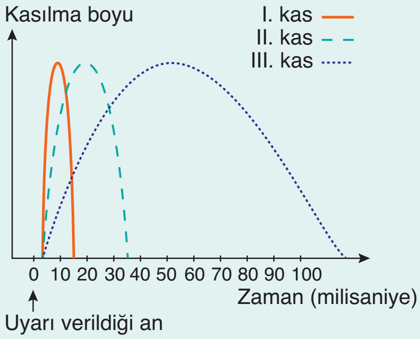
36. **Farklı endokrin bezlerden salgılanan,**

I. kalsitonin,
II. büyüme hormonu,
III. parathormon

hormonlarından hangileri kemik dokudaki inorganik tuz miktarını artırır?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

37.



Birbirinden farklı özellikler taşıyan üç kasa, aynı anda, aynı nicelik ve nitelikte uyarı verildiğinde, kasılma eğrilerinin grafikteki gibi olduğu gözlenmiştir.

Bu grafiğe bakarak, üç kas için aşağıdakilerden hangisinin aynı olduğu söylenebilir?

A) Gevşemenin başlamasından tamamlanmasına kadar geçen süre
B) Kasılmanın başlamasından tamamlanmasına kadar geçen süre
C) Kasılmanın başlamasından gevşemenin tamamlanmasına kadar geçen süre
D) Uyarının verilmesinden kasılmanın tamamlanmasına kadar geçen süre
E) Uyarının verilmesinden kasılmanın başlamasına kadar geçen süre

(1987 – ÖSS)

38. **Normal bir insanda,**

I. Osein
II. Kalsitonin
III. D vitamini
IV. Parathormon

maddelerinden hangilerinin miktarının artması, kemiklerin sertleşmesini sağlar?

A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III
D) II ve IV E) III ve IV

(1997 – ÖYS)

33	A	34	C	35	E
36	A	37	E	38	C

➢ Kemik gelişiminin düzenli olabilmesi için kan ve kemik dokudaki mineral madde miktarlarının belirli bir dengede olması gerekir. Bu denge parathormon ve kalsitonin hormonları ile sağlanır. Kalsiyum, kalsitonin hormonunun etkisiyle kandan kemiğe; parathormon etkisi ile kemikten kana geçer.

➢ Yumurtalıklardan, testislerden ve böbrek üstü bezlerinden salgılanan androjenler ve östrojen, kemik dokunun gelişimine etki eder. Ergenlik döneminde, bu hormonların kandaki miktarlarının artması büyümenin hızlanmasını ve boyun hızlı bir biçimde uzamasını sağlar.

NOT Androjenler ve östrojen kemik dokuda bulunan epifiz plağın (büyüme diski) kemikleşmesine neden olur. Bu durum boy uzamasının erken yaşlarda durmasına yol açar. Ergenliğe erken giren çocuklarda boy uzamasının erken yavaşlamasının nedeni budur.

➢ Kadınların menopoza girmesiyle beraber kanlarındaki östrojen seviyesi aniden düşer. Bu değişim kemiğin protein dokusunun azalmasına neden olarak osteoporoz olarak adlandırılan bir hastalığa neden olur. Osteoporozda kemik erimesine bağlı olarak kemik kırılmaları kolaylaşır. Östrojen miktarının azalması dışında vücuda yeterli kalsiyumun alınamaması, sürekli hareketsiz kalmak, kontrolsüz rejim, alkol ve sigara kullanımı gibi faktörlerde kemik erimesine neden olabilir.

d. Spor :

➢ Düzenli spor yapma hem iskelet hem de kas sisteminin gelişmesine yardımcı olur. Yapılan egzersizler kemik dokunun kalınlaşmasını ve kuvvetlenmesini sağlarken kas dokudaki kan damarı ve mitokondri sayısının da artmasını uyarır. Halter gibi bazı egzersizler kaslardaki aktin ve miyozin filamentlerin sentezini hızlandırır. Böylece kas kütlesinde artış görülür. Ayrıca spor yapma ile kilo alma engellenerek eklem bozulmaları ve kireçlenme de önlenmiş olur.

DERS NOTLARI

DERS NOTLARI

1. TEST

1. **Çok sık uyarılan bir kasın kasılı kalma durumu aşağıdaki terimlerden hangisi ile ifade edilir?**

A) Ya hep ya hiç kuralı
B) Rigor mortis
C) Kas tonusu
D) Fizyolojik tetanos
E) Kasıl sarsılma

2. Aşağıdaki tabloda bir insanın vücudunda bulunan üç farklı kas çeşidine ait bazı özellikler verilmiştir.

Kas çeşidi \ Özellik	Bantlaşma	Kontrolü	Çekirdek sayısı
İskelet	I	İstemli	Çok
Kalp	Var	II	Bir
Düz	Yok	İstemsiz	III

(+ : var, – : yok)

Tabloda numaralı kısımlara gelmesi gerekenler aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

	I	II	III
A)	Var	İstemsiz	Bir
B)	Var	İstemli	Bir
C)	Yok	İstemsiz	Çok
D)	Yok	İstemli	Bir
E)	Var	İstemli	Çok

3. **Kas dokuya ait olan,**

I. somatik sinirlerce kontrol edilme,
II. miyoglobin proteini içerme,
III. tek çekirdekli olma,
IV. miyofibrilleri sitoplazmada dağınık olarak bulundurma

özelliklerinden çizgili ve düz kasa ait olanları aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

	Çizgili kasa ait olanlar	Düz kasa ait olanlar
A)	I ve II	III ve IV
B)	I ve III	II ve IV
C)	I ve IV	II ve III
D)	II ve IV	I ve III
E)	III ve IV	I ve II

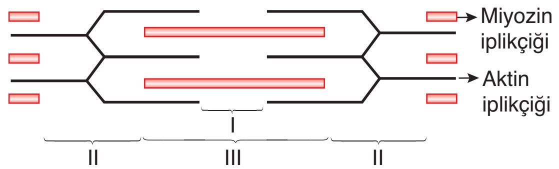
4. **Dinlenmekte olan bir bireyin çizgili kas hücrelerinde,**

I. Kreatin + ATP ⟶ Kreatin fosfat + ADP,
II. Glikoz + Oksijen ⟶ Laktik asit + 2 ATP,
III. (n) Glikoz ⟶ Glikojen + (n – 1) H_2O

tepkimelerinden hangilerinin gerçekleşmesi beklenir?

A) Yalnız I
B) Yalnız III
C) I ve II
D) I ve III
E) II ve III

5. Aşağıda çizgili kaslarda aktin ve miyozin proteinlerinin dizilimi verilmiştir.



Şemadaki numaralandırılmış bantlar ile ilgili aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

	I	II	III
A)	A bandı	H bandı	I bandı
B)	H bandı	I bandı	A bandı
C)	I bandı	H bandı	A bandı
D)	H bandı	A bandı	I bandı
E)	A bandı	I bandı	H bandı

6. **Kemik dokuya ait olan aşağıdaki yapılardan hangisi uzun kemiklere özgüdür?**

A) Süngerimsi kemik doku
B) Havers kanalı
C) Sarı kemik iliği
D) Periost
E) Kırmızı kemik iliği

7. **Çizgili bir kasın kasılma sürecinde aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşmez?**

A) Uyarının motor sinirlerle kas hücresine taşınması

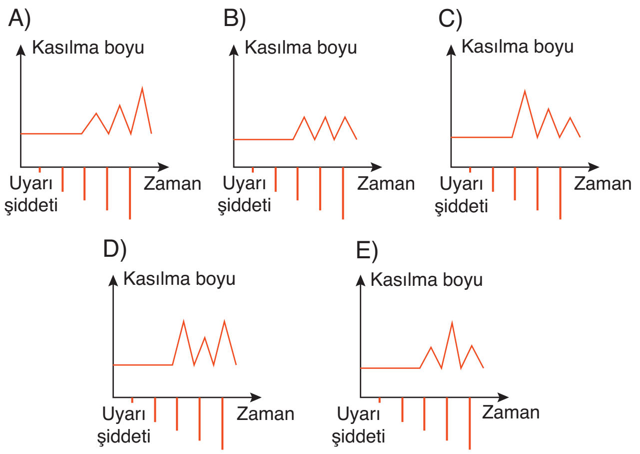
B) ATP az enzimin aktifleşmesi sonucu ATP'nin parçalanması

C) Sarkoplazmadaki kalsiyum miktarının azalması

D) Aktin iplikleri arasında mesafenin kısalması

E) Asetilkolinin sarkolemmadaki reseptörlere bağlanması

8. **Bir kas teline gittikçe artan uyarılar verildiğinde meydana gelen tepkiler ile ilgili aşağıdaki grafiklerden hangisi çizilebilir?**



9. **Egzersiz yapmakta olan bir bireyin çizgili kaslarında aşağıdaki moleküllerden hangisinin miktarı diğerlerinden farklı olarak değişir?**

A) Karbon dioksit
B) Laktik asit
C) Kreatin fosfat
D) Metabolik ısı
E) Adenozin difosfat

10. **Gevşemekte olan bir çizgili kasta aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşmez?**

A) Sitoplazmadaki Ca^{++} miktarının azalması

B) Sarkomerin boyunun uzaması

C) H bandının görünür hale gelmesi

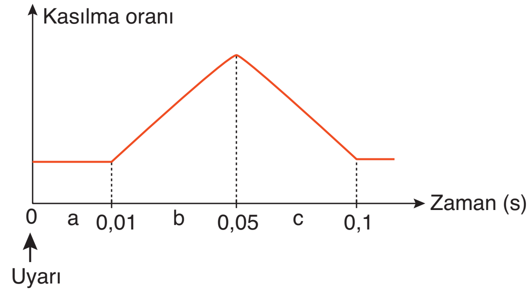
D) Miyozin ipliğinin boyca uzaması

E) Kasın hacminin aynı kalması

11. **Sağlıklı bir insana ait dokular ve bu dokularda bulunan hücre çeşitleri ile ilgili aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi doğru değildir?**

	Doku çeşidi	İçerdiği hücre çeşidi
A)	Bağ	Fibroblast
B)	Kemik	Osteosit
C)	Kan	Trombosit
D)	Kıkırdak	Melanosit
E)	Sinir	Nöron

12. Aşağıdaki grafikte çizgili bir kasa ait olan kasıl sarsılma verilmiştir.



Bu grafikle ilgili,

I. Gevşeme süresi kasılma süresinden daha kısadır.

II. a evresinde uyarılan kas, b evresinde kasılır.

III. b evresinde ATP harcanırken, c evresinde ATP harcanmaz.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve II
E) II ve III

13. **Çizgili ve düz kaslar,**

I. çekirdeğin hücre içindeki konumu,

II. miyofibrillerin hücre içindeki dağılımı,

III. sahip oldukları çekirdek sayısı,

IV. denetimlerinde görev olan sinir merkezleri

özelliklerinden hangilerine bakılarak ayırt edilebilir?

A) I ve III
B) II ve IV
C) III ve IV
D) I, III ve IV
E) I, II, III ve IV

14. **Aşağıdakilerden hangisi uzun kemiklere örnek olarak verilemez?**

A) Kaval
B) Pazu
C) Baldır
D) Ön kol
E) Kafatası

1. D	2. A	3. A	4. D	5. B	6. C	7. C	8. B	9. C	10. D	11. D	12. B	13. E	14. E

Sindirim Sistemi

12. Ünite

Örnek Sorular

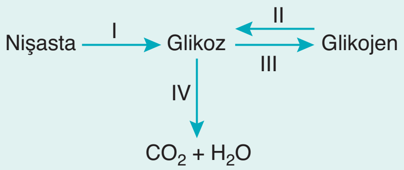
1. **Aşağıdaki organik moleküllerden hangisi sindirime uğramaz?**

A) Nişasta B) Trigliserit

C) Glikoz D) Protein

E) Laktoz

2. İnsanlarda meydana gelen bazı metabolik olaylar aşağıda verilmiştir.



Bu olaylardan hangilerinde sindirim enzimleri görev yapar?

A) I ve II B) I ve III C) II ve IV

D) I, II ve IV E) II, III ve IV

3. **Sindirim ile ilgili,**

I. Mekanik sindirim sonucu besinler hücre zarından geçebilecek hale gelir.

II. Kimyasal sindirim sırasında glikozit, peptit ya da ester bağları parçalanır.

III. Mekanik sindirimin gerçekleşmesi kimyasal sindirimi hızlandırır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

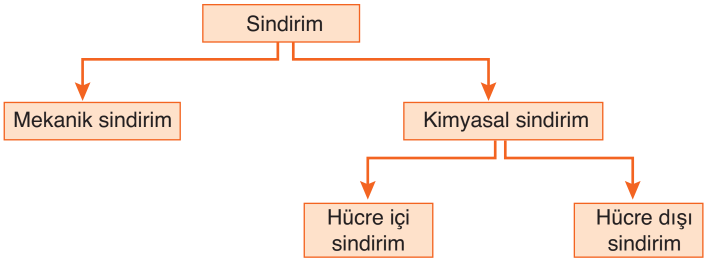
D) II ve III E) I, II ve III

Palme Yayınevi

A. SİNDİRİME GİRİŞ

➢ Büyük moleküllü besin maddelerinin kendilerini oluşturan yapı taşlarına (monomerlerine) parçalanarak hücre zarından geçebilecek hale gelmesine **sindirim** denir.

➢ Sindirim olayı mekanik ve kimyasal sindirim olmak üzere ikiye ayrılır.



1. Mekanik Sindirim

➢ Besinlerin fiziksel olarak küçük parçalara ayrılmasına **mekanik sindirim** denir.

➢ Mekanik sindirim amacı besinlerin yüzey alanını artırarak kimyasal sindirimin daha hızlı gerçekleşmesini sağlamaktır.

NOT: Mekanik sindirim olayında enzimler kullanılmaz.

➢ Aşağıda farklı canlılara ait olan mekanik sindirim örnekleri verilmiştir:

- Çiğneme ile ağızdaki besinlerin parçalanması.
- Karaciğerden salgılanan safra suyu ile yağların küçük yağ damlacıklarına dönüşmesi.

2. Kimyasal Sindirim

➢ Büyük moleküllü besinlerin su ve enzimler yardımıyla monomerlerine kadar parçalanmasına **kimyasal sindirim** denir.

➢ Kimyasal sindirimin amacı besinleri hücre zarından geçirebilecek hale getirmektir.

NOT: Sindirim reaksiyonları hidroliz olayıdır. Hidroliz olayında ATP harcanmaz. Aktivasyon için gerekli olan enerji ortam ısısından sağlanır.

➢ Aşağıda kimyasal sindirime ait bazı örnekler verilmiştir:

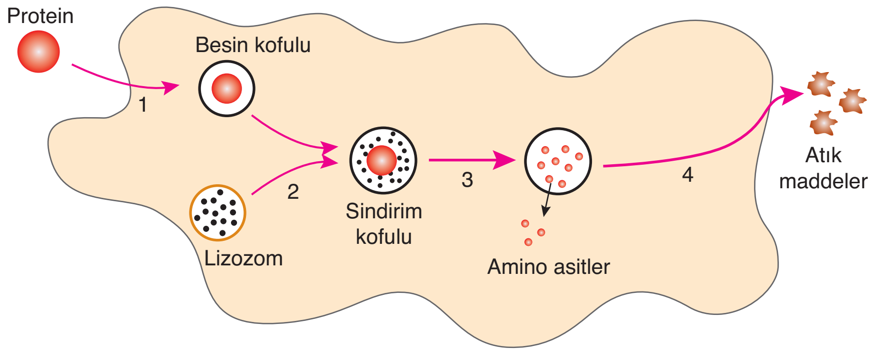
- Nişastadaki glikozit bağlarının koparılması sonucu glikoz oluşumu.
- Proteinlerdeki peptit bağlarının koparılması sonucu amino asit oluşumu.
- Yağlardaki ester bağlarının koparılması sonucu gliserol ve yağ asiti oluşumu.

➢ Kimyasal sindirim gerçekleştiği yere göre hücre içi ve hücre dışı sindirim olmak üzere ikiye ayrılır.

a. Hücre İçi Sindirim:

➢ Endositoz ile alınan besinlerin hücre içinde lizozom enzimleri yardımıyla monomerlerine dönüştürülmesine denir.

➢ Aşağıda tek hücreli bir canlı olan amipin, fagositoz ile aldığı protein molekülünü hücre içinde sindirmesi şematize edilmiştir:



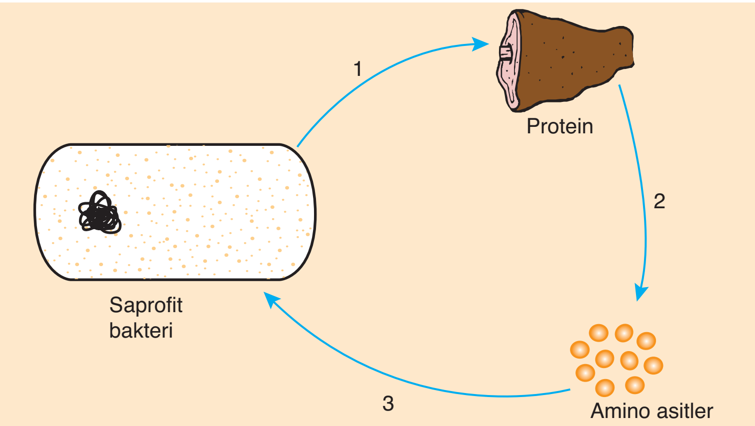
1. Amip, protein molekülünü fagositozla alarak besin kofulu oluşturur.
2. Besin kofulu lizozomla birleşerek sindirim kofulunu meydana getirir.
3. Proteinlerin hidrolizi sonucu oluşan amino asitler sitoplazmaya geçer.
4. Sindirilmeyen atıklar ekzositoz ile hücre dışına atılır.

b. Hücre Dışı Sindirim:

➢ Büyük molekülü besinlerin hücreden salgılanan enzimler yardımıyla hücre dışında sindirilerek monomerlerine dönüştürülmesidir.

➢ Saprofit bakterilerde, salyangoz, deniz kestanesi gibi bazı omurgasızlarda ve omurgalıların tamamında görülür.

➢ Aşağıda saprofit bir bakterinin hücre dışında bulunan protein molekülünü sindirmesi şematize edilmiştir:



1. **Salgılama:** Saprofit bakteri sindirim enzimlerini hücre dışına salgılar.
2. **Hidroliz:** Hücre dışındaki proteinlerin hidrolizi sonucu amino asitler oluşur.
3. **Emilim:** Oluşan amino asitler difüzyon ya da aktif taşıma gibi taşınma biçimleri ile hücre içine alınır.

NOT: Hücre dışı sindirim, endositozla alınamayacak kadar büyük moleküllü besinlerinden faydalanmaya olanak sağlar. Bu nedenle hücre içi sindirime göre daha avantajlıdır.

Örnek Sorular

4. Hücre içi ve hücre dışı sindirimde,

I. hidroliz enzimlerinin genetik şifreye göre sentezlenmesi,

II. polimerlerin hidrolizi sonucu monomerlerin oluşması,

III. hidroliz enzimlerinin ekzositozla salgılanması

olaylarından hangileri ortak olarak gerçekleşir?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

5. Hücre içi sindirim yapan bir organizma ile ilgili,

I. Sindirim sırasında lizozom etkinliği artar.

II. Polimer besinleri endositoz ile hücre içine alır.

III. Sindirim sırasında su üretimi gerçekleştirir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

6. Hücre dışı sindirimde,

I. enzimlerin ekzositoz ile salgılanması,

II. enzim–substrat kompleksinin oluşması,

III. oluşan monomerlerin hücre içine alınması

olayları hangi sıra ile gerçekleşir?

A) I - II - III B) I - III - II
C) II - I - III D) II - III - I
E) III - II - I

1	C	2	A	3	D

Örnek Sorular

7. **İnsanlarda ağız ile alınan polimer bir besin kimyasal sindirimi tamamlanana kadar aşağıdaki yapıların hangisinden geçmez?**

A) Pankreas B) Yemek borusu

C) Mide D) Yutak

E) İnce bağırsak

8. Bir deney kabına nişasta ve iyot molekülleri konularak aşağıdaki deney düzeneği hazırlanmıştır.

35°C

Bu deney tüpüne t_1 anında bir miktar tükürük sıvı eklenip beklenirse,

I. deney kabındaki mavi rengin kaybolması,

II. çözeltideki nişasta miktarının azalması,

III. glikozit bağlarının kopması

değişimlerinden hangileri gerçekleşir?
(Nişasta + iyot ⟶ mavi renk)

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

9. **Karbonhidrat sindiriminde görev yapan amilaz enzimi ile ilgili,**

I. Glikozit bağlarını hidroliz eder.

II. Tükürük sıvısında bulunur.

III. Hücre içinde etkinlik gösteremez.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

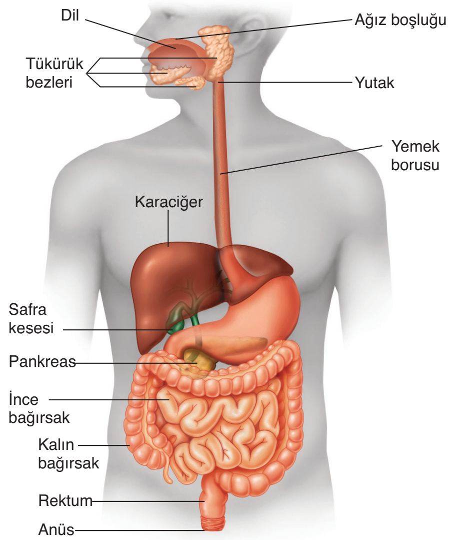
A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

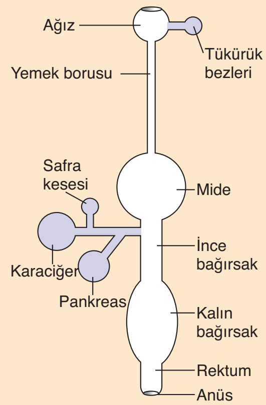
D) I ve III E) II ve III

4	B	5	B	6	A

B. İNSANDA SİNDİRİM SİSTEMİ

- Bir insanın sindirim sistemi; ağız, yutak, yemek borusu, mide, ince bağırsak, kalın bağırsak ve anüsten oluşur.
- Tükürük bezleri, pankreas, karaciğer ve safra kesesi sindirime yardımcı organlardır.





İnsan sindirim sisteminin şematik çizimi (yardımcı bezler mor renktedir.)

İnsanda sindirim sistemi

1. SİNDİRİM SİSTEMİNİN KISIMLARI

a. Ağız:

- Besinlerin hem mekanik hem de kimyasal olarak sindirildiği bir bölümdür. Ağız boşluğunda dil ve dişler bulunur.
- Dişler, yüzey alanını artırmak ve yutmayı kolaylaştırmak için besini keser, parçalar ve öğütür. Bir diş taç, boyun ve kök olmak üzere üç kısımdan meydana gelir. Bir dişin yapısında dıştan içe doğru diş minesi, dentin ve pulpa tabakaları bulunur.
- Tükürük bezlerinden tükürük sıvısı salgılanır. Bu sıvının içinde;
  - nişasta ve glikojenin kimyasal sindirimini başlatan **amilaz (pityalin)** enzimi,
  - ağızdaki asitleri nötralize ederek diş çürümelerini önleyen **tampon bileşikler**,
  - besinlerin kayganlaşmasını sağlayan ve ağız içini sürtünmeden koruyan su, Na^+, Ca^{++} ve glikoprotein yapılı **mukus**,
  - ağız yoluyla girebilecek olan bakterilere karşı antimikrobiyal etki yaparak koruma sağlayan **lizozim** enzimi bulunur.

b. Yutak:

- Hem yemek borusuna hem de soluk borusuna bağlanan bir geçittir. Yutma sırasında soluk borusunu **epiglottis** (gırtlak kapağı) ile kapatıp alınan besinlerin yemek borusuna geçmesini sağlar.

c. Yemek Borusu:

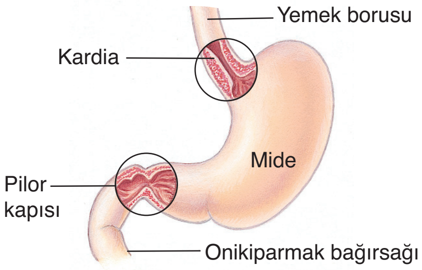
- Yutak ile mide arasında yer alan bir kanal olup yaklaşık olarak 25 cm uzunluğundadır.
- Besinlerin **peristaltik hareket** ile mideye taşınmasını sağlar.

NOT: Yemek borusunda mekanik ve kimyasal sindirim olmaz.

d. Mide:

➢ Besinlerin geçici olarak depolandığı, mekanik ve kimyasal sindirimin yapıldığı organdır.

➢ Yemek borusu ile bağlandığı bölüm **kardia** (mide ağzı); ince bağırsakla bağlandığı bölüm ise **pilor** (mide kapısı) olarak adlandırılır.



Midenin diğer organlar ile bağlantısı

➢ Midenin yapısında içten dışa doğru mukoza, kas tabakası ve bağ doku bulunur.

- Mukoza tabakası mukus ve sindirim enzimi salgılayan hücrelerden oluşur.
- Orta tabakadaki düz kaslar enine, boyuna ve çapraz olarak dizilmiştir.
- En dışında bulunan bağ doku, iç tabakaları çevreler. Mide ve karın boşluğundaki diğer organlar **periton zarı** ile çevrilidir.

➢ Mideden enzim salgılanması; **hormonal**, **sinirsel** ve **mekanik** etki şeklinde üç farklı yol ile kontrol edilir.

- Besinlerin tadı, kokusu ya da görünüşü beyindeki belirli bölgeleri uyarır. Beyinden çıkan parasempatik sinirler mide bezlerini uyararak çalışmasını hızlandırır (sinirsel etki).
- Besinlerin mide duvarına teması mide bezlerini uyararak salgı yapmasını sağlar (mekanik etki).
- Midenin yapısında bulunan bazı hücrelerden salgılanan gastrin hormonu, mide bezlerini uyararak mide özsuyunun salgılanmasını sağlar (hormonal etki).

NOT: Gastrin hormonu kana verilir. Mide özsuyunda gastrin hormonu bulunmaz.

➢ Asidik bir sıvı olan mide özsuyunda;

– pepsinojen (inaktif),

– hidroklorik asit (HCl),

bulunur.

➢ Mide özsuyunda bulunan HCl :

- Midede asidik bir ortamda oluşturarak (pH'sı 1,5 - 2,5 civarındadır) pepsinojenin aktif formu olan pepsin enzimine dönüşmesini sağlar. Pepsin enzimi ise proteinlerin kimyasal sindirimini başlatır.
- Besinlerle gelen mikroorganizmaları öldürür.
- Besinlerdeki proteinin denatüre (çözülmesini) olmasını sağlayarak peptit bağlarını açığa çıkartır ve pepsinin etkileşimini artırır.

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

10. Mide bezlerinden salgılanan mide özsuyunda,

I. pepsinojen,

II. gastrin,

III. hidroklorik asit

moleküllerinden hangileri <u>bulunmaz</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

11. Bol miktarda et tüketen bir insanın sindirim sisteminde,

I. pepsinojenin aktif formu olan pepsine dönüşümü,

II. mide bezlerinden gastrin hormonunun salgılanması,

III. proteinlerin polipeptitlere parçalanması

olayları hangi sıra ile gerçekleşir?

A) I - II - III B) I - III - II C) II - III - I D) II - I - III E) III - I - II

12. Mide özsuyunda bulunan HCl ile ilgili,

I. Midedeki enzimlerin çalışması için gerekli olan uygun pH'ı oluşturur.

II. Besinlerle beraber mideye gelen bazı mikroorganizmaların öldürülmesini sağlar.

III. Pepsinojeni aktifleştirerek proteinlerin kimyasal sindiriminin başlamasına katkı sağlar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

7	A	8	E	9	C

Örnek Sorular

13. **İnsan midesinde gerçekleşen aşağıdaki olaylardan hangisi, salgıladığı salgılardan kendisini korumaya yönelik değildir?**

A) Pepsinin aktif olmayan formda salgılanması

B) Midenin iç yüzeyini kaplayan epitel hücrelerinin sık sık yenilenmesi

C) Midenin iç yüzeyinin mukus tabakasıyla kaplanması

D) İçerdiği besin miktarına göre midenin hacmini değiştirebilmesi

E) Midede HCl ve pepsinojenin farklı hücrelerden salgılanması

(2011 – LYS)

14. **Yemek borusu, mide ve ince bağırsakta,**

I. peristaltik hareket,

II. enzim salgısı,

III. kimyasal sindirim

olaylarından hangileri ortak olarak gerçekleşir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

15. **İnsanın ince bağırsağında çok sayıda bulunan villusların organizmaya sağladığı fayda aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Bağırsağın hareketini sağlama

B) Enzim salgılamak

C) Emilme yüzeyini artırmak

D) Bağırsak epitelini korumak

E) Sindirimi hızlandırmak

(1983 – ÖSS)

10	B	11	D	12	E

Palme Yayınevi

NOT: Tükürük bezlerinden salgılanan amilaz enzimi besinler ile beraber mideye gelir. Fakat buradaki asidik ortam nedeniyle denatüre olur. Bu nedene midede karbonhidrat sindirimi olmaz.

➢ Mide özsuyu oldukça asidik bir sıvıdır. Ayrıca içinde protein sindiren enzimler bulunur. Buna rağmen mide hücreleri, bu sıvıdan fazla zarar görmez. Aşağıda midenin kendini korumasını sağlayan bazı adaptasyonlar verilmiştir:

- Proteinlerin sindiriminde görev alan pepsin enzimi, inaktif formu olan pepsinojen halinde salgılanır.
- Pepsinojen ile bu enzimin aktifleşmesini sağlayan HCl mideye ait farklı hücrelerden salgılanır.
- Mide hücreleri, HCl'yi yapan hidrojen ve klor iyonlarını mide boşluğuna ayrı ayrı salgılar. Hidrojen ve klor iyonları mide boşluğunda HCl'ye dönüşür.
- Midenin iç yüzeyi mukus tabakası ile kaplanır ve asidik sıvının mide duvarına temas etmesi engellenir.
- Midenin iç yüzeyini kaplayan epitel hücreleri sık sık yenilenir.
- Gastrin hormonunun düzenleyici etkisi ile mide özsuyu sadece ihtiyaç halinde salgılanır.

➢ Midede proteinlerin kimyasal sindiriminin yanı sıra tüm besinlerin mekanik sindirimi de gerçekleşir. Bu süreçte besinler bulamaç haline gelir. **Kimus** adı verilen bulamaç pilor kapısından ince bağırsağa geçer.

e. İnce Bağırsak:

➢ Mide ile kalın bağırsak arasında kalan, yaklaşık 7–8 metre uzunluğunda olan bir organdır. Yapısal olarak mideye benzer.

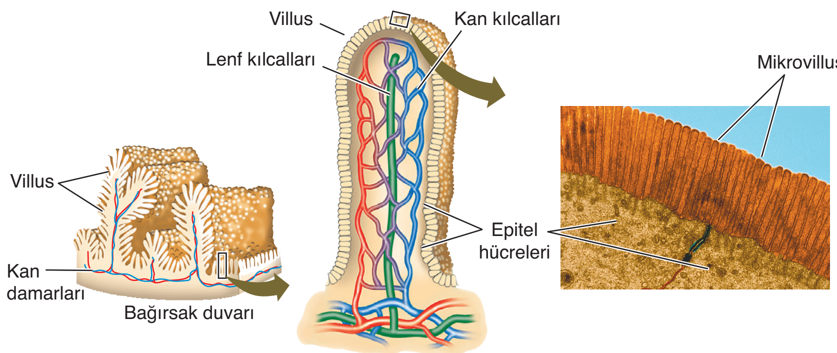
➢ İnce bağırsak; duedonum (onikiparmak bağırsağı), jejenum (boş bağırsak) ve ileum (kıvrımlı bağırsak) olmak üzere üçe ayrılır.

➢ İnce bağırsağın iki önemli görevi vardır:

- Besinlerin kimyasal sindirimini tamamlar.
- Hidroliz sonucu oluşan monomerlerin emilimini gerçekleştirir.

➢ İnce bağırsağın iç kısımında besin emilim yüzey alanını artıran **villus** ve **mikrovillus** adı verilen kıvrımlar bulunur. Emilim olayı villuslarda bulunan lenf kılcalları ve kılcal kan damarlarında gerçekleşir.

NOT: Villus ve mikrovillus oluşumu ince bağırsağın besin emilim yüzeyini artırarak emilimin hızlanmasını sağlar.



İnce bağırsağın iç yüzeyinde bulunan villus ve mikrovilluslar besin emilim yüzey alanını artırır.

➢ Midede oluşan asidik kimusun onikiparmak bağırsağına geçmesi ile onikiparmak bağırsağında sekretin ve kolesistokinin hormonları salgılanır.

Hormon	Salgılandığı Organ	Hedef Organ	Hedef Organının Cevabı
Gastrin	Mide	Mide	Mide öz suyu salgılanması
Sekretin	Onikiparmak bağırsağı	Pankreas	Pankreastan bikarbonat iyonlarının salgılatarak incebağırsak pH'sını düzenler.
	Onikiparmak bağırsağı	Karaciğer	Karaciğerde safra üretimini ve salgılanmasını sağlar.
Kolesistokinin	Onikiparmak bağırsağı	Pankreas	Pankreas enzimlerinin salgılanmasını sağlar.
	Onikiparmak bağırsağı	Safra kesesi	Safra kesesi kasılması ve burada depolanan safranın onikiparmak bağırsağına dökülmesini sağlar.

Sindirimi denetleyen hormonlar

Not: Eğer kimus aşırı miktarda yağ içeriyorsa, aşırı miktarda sekretin ve kolesistokinin salgılanır. Bu durum midedeki peristaltik hareketi ve mide öz suyunun salgılanmasını yavaşlatır.

➢ İnce bağırsak hormonlarla beraber sindirim enzimleri içeren salgılarda üretir. Bu salgılardaki sindirim enzimleri, aşağıda verilmiştir:

- Maltaz, laktaz, sükraz ve dekstrinaz → Disakkaritleri sindirir.
- Aminopeptidaz, tripeptidaz ve dipeptidaz → Protein sindiriminde görev alırlar.
- Enterokinaz → Pankreastan gelen tripsinojen aktifleştirir.

➢ İnce bağırsakta gerçekleşen sindirim ve emilim olaylarından sonra sindirilmeyen besin atıkları peristaltik hareket ile kalın bağırsağa iletilir.

f. Kalın Bağırsak:

➢ İnce bağırsaktan sonra başlayan ve anüsle sonlanan 1 – 1,5 metre uzunluğundaki bir organdır. İnce bağırsakla birleştiği bölgeye **kör bağırsak** (çekum) buradaki parmaksı çıkıntıya ise **apandis** denir. Anüsle bağlandığı kısıma ise **düz bağırsak** (rektum) adı verilir.

Not: Kalın bağırsakta villus şeklinde kıvrımlar bulunmaz, kimyasal sindirim gerçekleşmez.

➢ Kalın bağırsak aşağıdaki işlevleri gerçekleştirir:

- Sindirim atıkları içinde bulunan su ve minerallerin emilimini sağlar.
- Sindirim atıklarını (dışkı) geçici olarak depolar.
- Bu kısımda yaşayan mutualist bakteriler K vitamini ve B grubu vitaminlerinden bazılarını sentezler. Ayrıca bu vitaminlerin emilimini sağlar.

Örnek Sorular

16. Sindirim kanalının bir bölümü olan ince bağırsakta aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşmez?

A) Monomerlerin emilimi
B) Enzim salgılanması
C) Hormon üretimi
D) Kimyasal sindirim
E) Safra üretimi

17. Midedeki asitli kimusun oniki parmak bağırsağına geçmesiyle salgılanan,

a. sekretin,
b. kolesistokinin,

hormonları ile ilgili,

I. a, pankreas ve karaciğeri uyarır.
II. b, pankreas özsuyu ve safra suyunun salgılanmasını sağlar.
III. a ve b hormonları ince bağırsak özsuyuna karışır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

18. İnsanın sindirim sisteminde gerçekleşen bazı olaylar aşağıda verilmiştir.

I. Besinin kokusunun alınması sonucu tükürük salgısının artması
II. Besinin ağza alınması sonucu tükürük salgısının artması
III. Asidik kimusun duedonuma geçmesiyle pankreas öz suyunun salınması
IV. Yağ asitleri açısından zengin kimusun duedonuma geçmesiyle safra salınması

Bu olaylardan sinirsel ve hormonal yolla kontrol edilenler, aşağıdakilerin hangisinde doğru gruplandırılmıştır?

	Sinirsel	Hormonal
A)	I, II	III, IV
B)	I, III	II, IV
C)	II, III	I, IV
D)	II, IV	I, III
E)	III, IV	I, II

(2014 – LYS)

13	D	14	A	15	C

Örnek Sorular

19. İnce bağırsakta aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşmez?

A) Sindirim olayını düzenleyen hormonların salgısı

B) Su emiliminin tamamlanması

C) Oluşan monomerlerin emilerek kana geçmesi

D) Hidroliz olayında görev yapan enzimlerin üretilmesi

E) Sindirilmeyen besin atıklarının kalın bağırsağa iletilmesi

20. İnce ve kalın bağırsakta,

I. mutualist bakterilerin vitamin sentezlemesi,

II. düz kasların kasılıp gevşemesi ile peristaltik hareketin oluşması,

III. enzimler ve su yardımıyla polimer besinlerin monomerlere dönüşmesi

olaylarından hangileri ortak olarak gerçekleşmez?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

21. Pankreasın acinar hücrelerinde üretilen pankreas özsuyunda aşağıdaki enzimlerden hangisi bulunmaz?

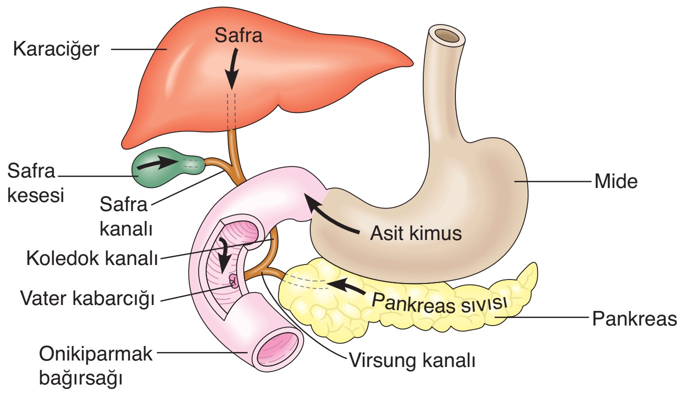
A) Lipaz B) Tripsinojen C) Pepsinojen D) DNA_{az} E) Amilaz

16	E	17	B	18	A

Palme Yayınevi

2. SİNDİRME YARDIMCI YAPILAR

➢ Pankreas, karaciğer, tükürük bezleri ve safra kesesi sindirime yardımcı organlardır.



Sindirime yardımcı organlar olan pankreas, karaciğer ve safra kesesi onikiparmak bağırsağına bağlanır.

a. Pankreas:

➢ Hem hormon hem de sindirim enzimi üreten karma bir bezdir.

- Endokrin bez olarak **langerhans adacıkları** insülin ve glukagon hormonlarını üretir. Bu hormonlar kandaki glikoz miktarını ayarlar.
- Ekzokrin bez olarak **acinar hücreleri** içinde sindirim enzimleri bulunan pankreas özsuyunu üretir. Pankreas özsuyu **virsung kanalı** ile onikiparmak bağırsağındaki **vater kabarcığına** dökülür.

➢ Pankreas özsuyu içinde su, bikarbonat, bazı iyonlar ve sindirimde görev yapan bazı enzimler bulunur. Bu enzimler aşağıda verilmiştir.

- Amilaz → Nişasta ve glikojenin sindirilmesini sağlar.
- Tripsinojen ve kimotripsinojen → Aktifleştikten sonra proteinlerin sindiriminde görev alırlar.
- Karboksipeptidaz → Protein sindiriminde görev alır.
- Lipaz → Yağları sindirerek gliserol ve yağ asiti oluşumunu sağlar.
- Nükleaz → Nükleik asitlerin sindirimini sağlar.

NOT: Pakreas özsuyu bazik bir sıvıdır (pH $\cong$ 8,5). Bu salgı taşıdığı bikarbonat iyonları sayesinde mideden gelen asit özellikteki kimusun nötürleşmesini sağlar.

b. Karaciğer:

➢ Midenin üzerinde, karın boşluğunun sağ tarafında bulunan, ortalama 2 kg ağırlığındaki bir organdır.

➢ Aşağıda karaciğerin görevlerinden bazıları verilmiştir:

- Yağların mekanik sindirimini sağlayan safra sıvısını üretir. Karaciğerde üretilen safra sıvısı, safra kesesinde depolanır.
- Zehirli bir madde olan amonyağın (NH_3) ornitin döngüsü ile daha az zehirli bir molekül olan üre'ye dönüştürür.

$$2NH_3 + CO_2 \longrightarrow Üre + H_2O$$

- Zehirli bir molekül olan hidrojen peroksiti (H_2O_2) parçalayan katalaz enzimini üretir.

$$H_2O_2 \xrightarrow{\text{Katalaz}} H_2O + 1/2O_2$$

- Alkol ve ilaç atıkları gibi zehirli maddeleri parçalar.
- Pankreas ile beraber kandaki glikoz miktarını belirli sınırlar içinde tutar.
- Protein, karbonhidrat ve yağ metabolizmasını ayarlar.
- Albumin, globulin ve fibrinojen gibi plazma proteinlerini üreterek kana verir.
- Karaciğerde bulunan kupfer hücreleri yaşlanmış ve hasarlı alyuvarları parçalar.
- Demir gibi bazı mineralleri depolar.
- Yağda eriyen vitaminler olan A, D, E ve K vitaminlerini depolar.
- Karoteni A vitaminine dönüştürür.

c. Safra Kesesi:

➢ Karaciğerde üretilen safra suyu, safra kesesinde depolanır.

➢ Kolesistokinin hormonunun safra kesesini uyarması sonucu safra sıvısı **koledok kanalı** ile onikiparmak bağırsağındaki **vater kabarcığına** dökülür.

➢ Safra sıvısında; su, safra tuzları, kolesterol ve bilirubin bulunur.

NOT: Safra sıvısında sindirim enzimi bulunmaz. Bu nedenle safra sıvısı kimyasal sindirim yapamaz.

➢ Safra sıvısının görevleri:

- Yağların mekanik sindirimle yağ damlacıklarına dönüşmesini sağlar. Böylece yağ damlacıklarının yüzey alanı artar ve kimyasal sindirim kolaylaşır.
- İnce bağırsak içeriğini nötralize ederek pankreas ve ince bağırsak enzimlerinin etkinliğini artırır.
- Karaciğerdeki kupfer hücrelerinin yaşlı alyuvarları parçalaması ile oluşan bilirubinin dışkı ile atılmasını sağlar.
- Antiseptik özelliği ile bağırsaktaki bazı zararlı bakterileri öldürür.
- Yağda eriyen vitaminlerin (A.D.E.K)ve yağ monomerlerinin ince bağırsaktaki emilimini kolaylaştırır.

3. VÜCUTTA BESİNLERİN SİNDİRİMİ

➢ Protein, yağ ve karbonhidrat gibi büyük moleküllü besinlerin monomerlerine dönüştürülmesine **sindirim** denir.

Örnek Sorular

22. Safra suyunun üretilmesinden ince bağırsağa dökülmesine kadar geçen süreçte aşağıdaki yapılardan hangisi görev yapmaz?

A) Koledok kanalı

B) Karaciğer

C) Safra kesesi

D) Virsung kanalı

E) Vater kabarcığı

23. Aşağıdakilerden hangisi karaciğerin görevlerinden biri değildir?

A) Glikozun fazlasının glikojen olarak depolanması

B) İşlev yapamaz konuma gelen bazı kan hücrelerinin parçalanması

C) Zehirli bir molekül olan amonyağın daha az zehirli bir molekül olan üreye dönüştürülmesi

D) Hidrojen peroksiti parçalayan katalaz enziminin üretilmesi

E) Yağların sindirimini sağlayan lipaz enziminin koledok kanalına salgılanması

24. İnsan sindirim sisteminde işlev gören;

I. gastrin,

II. sekretin,

III. kolesistokinin

hormonlarından hangileri onikiparmak bağırsağından salgılanır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) II ve III

D) I ve II E) I, II ve III

(2016 – LYS)

19	B	20	D	21	C

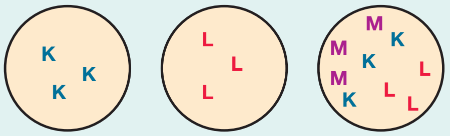
Örnek Sorular

25. **Normal bir insanda, aşağıdakilerin hangisinde verilen organ, karşısındaki işlevi <u>yapmaz</u>?**

	Organ	İşlev
A)	Akciğer	Kandan karbondioksidin uzaklaştırılması
B)	Böbrek	Kandaki üre ve fazla tuzun süzülmesi
C)	Karaciğer	Kandaki zararlı maddelerin zararsız hâle getirilmesi
D)	Mide	Yağların tümünün kana geçebilecek kadar küçük moleküllere parçalanması
E)	Pankreas	Bazı sindirim enzimlerinin sentezlenmesi

(2012 – YGS)

26. Aşağıdaki şekilde, insanın sindirim organlarında kimyasal sindirime uğrayan bazı maddeler K, L, M harfleriyle simgelenmiştir.



Ağız — Mide — İnce bağırsak

Buna göre K, L, M harflerinin temsil ettiği besinlerle ilgili aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

	K	L	M
A)	Protein	Yağ	Karbonhidrat
B)	Karbonhidrat	Protein	Yağ
C)	Yağ	Protein	Karbonhidrat
D)	Karbonhidrat	Yağ	Protein
E)	Protein	Karbonhidrat	Yağ

(2017 – YGS)

27. **Besinlerin mekanik sindirimini yeterince yapamayan bir bireyde,**

I. kimyasal sindirimin yavaşlaması,
II. kana karışan monomer besin miktarının azalması,
III. dışkı ile atılan polimer miktarının artması

değişimlerinden hangileri gerçekleşir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

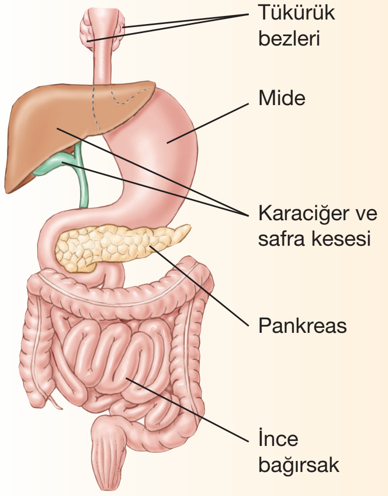
22	D	23	E	24	C

➢ Sindirim olayı ağızda başlar, midede devam eder, ince bağırsakta son bulur. Aşağıdaki tabloda farklı besin moleküllerinin kimyasal sindirme uğradıkları sindirim bölümleri verilmiştir.

Besin / Sindirim Bölümü	Karbonhidrat	Protein	Yağ
Ağız	+	–	–
Mide	–	+	–
İnce bağırsak	+	+	+

(+: Kimyasal sindirim var, – : Kimyasal sindirim yok)

➢ Aşağıda sindirim olayında görev yapan yapıların salgıları bu salgıların içerik ve pH değerleri verilmiştir.



BÖLGE	SALGI	pH	BİLEŞİM
Tükürük bezleri	Tükürük	6.5	Amilaz Bikarbonat
Mide	Mide sıvısı	1.5	Pepsinojen HCl Geviş getiren memelilerde rennin
Karaciğer ve safra kesesi	Safra	7–8	Safra tuzları ve pigmentleri Kolesterol
Pankreas	Pankreas sıvısı	7–8	Tripsin, Kimotripsin Karboksipeptidaz Lipaz, Amilaz Nükleazlar Bikarbonat
İnce bağırsak	İnce bağırsak enzimleri	7–8	Aminopeptidaz Maltaz Laktaz Sükraz Alkalen Fosfataz Nükleotidaz Nükleozidaz

a. Karbonhidratların Sindirimi:

➢ Karbonhidratların sindirimi ağızda başlar, ince bağırsakta sonlanır.

i. Ağız:

➢ Tükürük sıvısında bulunan amilaz enzimi nişasta ve glikojeni maltoz ve dekstrine çevirir. Maltoz iki glikoz molekülünden oluşur. Dekstrin ise kısa zincirli bir polisakkarittir.

$$\text{Nişasta veya Glikojen} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Amilaz (pityalin)}} \text{Maltoz} + \text{Dekstrin}$$

ii. Mide:

➢ Midede karbonhidrat sindirimi olmaz. Besinlerle beraber mideye gelen amilaz enzimi, asidik yapılı mide sıvısında denatüre olur ve görev yapamaz.

iii. İnce Bağırsak:

➢ Ağızda sindirilemeyen nişasta ve glikojen pankreastan salgılanan amilaz enzimi ile oniki parmak bağırsağında sindirilir.

$$\text{Nişasta veya Glikojen} + H_2O \xrightarrow{\text{Amilaz}} \text{Maltoz} + \text{Dekstrin}$$

➢ İnce bağırsak özsuyunda bulunan maltaz, laktaz, sükraz ve dekstrinaz enzimleri karbonhidratların kimyasal sindirimini tamamlar.

$$\text{Maltoz} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Maltaz}} \text{Glikoz} + \text{Glikoz}$$
$$\text{Sükroz} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Sükraz}} \text{Glikoz} + \text{Fruktoz}$$
$$\text{Laktoz} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Laktaz}} \text{Glikoz} + \text{Galaktoz}$$
$$\text{Dekstrin} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Dekstrinaz}} \text{Glikoz}$$

b. Proteinlerin Sindirimi:

➢ Proteinlerin sindirimi midede başlar, ince bağırsakta sonlanır.

i. Ağız:

➢ Ağızda protein sindirimi olmaz.

ii. Mide:

➢ Mide özsuyunda bulunan pepsinojen, HCl ile aktifleşerek pepsin enzimine dönüşür. Pepsin proteinleri polipeptitlere (pepton) parçalar.

$$\text{Pepsinojen} + \text{HCl} \longrightarrow \text{Pepsin}$$
$$\text{Protein} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Pepsin}} \text{Polipeptit}$$

NOT: Rennin (lap enzimi), geviş getiren memelilerin midelerinde bulunan ve sütü pıhtılaştıran bir enzimdir. Rennin, süt proteinlerini pıhtılaştırarak ve çökelterek sütün midedeki hareketini yavaşlatır. İnsanların bebeklerinde rennin bulunmaz; süt proteinlerini pepsin enzimi sindirir.

iii. İnce Bağırsak:

➢ Mideden gelen kimusun ince bağırsak mukozasına temas etmesi sonucu enterokinaz enzimi salgılanır. Enterokinaz pankreas özsuyundaki tripsinojeni aktifleştirerek tripsine dönüştürür. Tripsin, pankreas özsuyunda bulunan kimotripsinojeni aktifleştirerek kimotripsine dönüştürür.

$$\text{Tripsinojen} + \text{Enterokinaz} \longrightarrow \text{Tripsin}$$
$$\text{Kimotripsinojen} \xrightarrow{\text{Tripsin}} \text{Kimotripsin}$$

➢ Midede parçalanamayan ya da kısmen parçalanmış proteinler ince bağırsak boşluğundaki tripsin ve kimotripsin enzimleri ile daha küçük polipeptitlere parçalanır. Bu polipeptitler pankreastan salgılanan karboksipeptidaz ve ince bağırsaktan salgılanan aminopeptidaz enzimleri tarafından sırasıyla karboksil (–COOH) ve amino ($–NH_2$) uçlarından hidroliz edilir. Sonunda tripeptitler, dipeptitler ve amino asitlerden oluşan bir karışım ortaya çıkar. Bu karışımda bulunan dipeptit ve tripeptitler ise dipeptidaz ve tripeptidaz enzimleri ile amino asitlere parçalanır.

$$\text{Küçük polipeptit} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Tripsin ve Kimotripsin}} \text{Daha küçük polipeptitler} + \text{Amino asitler}$$
$$\text{Daha küçük polipeptitler} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Aminopeptidaz ve karboksipeptidaz}} \text{Tripeptitler} + \text{Dipeptitler} + \text{Amino asitler}$$
$$\text{Tripeptitler} + \text{Dipeptitler} + \text{Su} \xrightarrow{\text{Tripeptidaz ve Dipeptidaz}} \text{Amino asitler}$$

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

28. İnsanlarda gerçekleşen karbonhidrat sindirimi ile ilgili,

I. Midede başlar ince bağırsakta sonlanır.

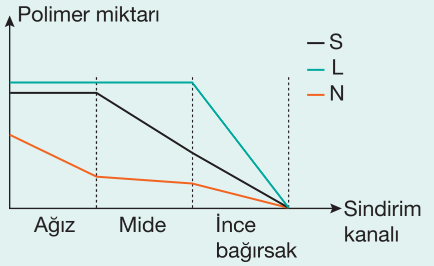
II. Glikoz, fruktoz ve galaktoz gibi monosakkaritlerin oluşumu ile tamamlanır.

III. İlgili enzimler tükürük bezleri, pankreas ve ince bağırsaktan salgılanır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

29. Aşağıdaki grafikte, bir insanın tükettiği S, L, N besinlerinin hidroliz edilmesine bağlı olarak sindirim sisteminin farklı kısımlarındaki değişimleri gösterilmiştir.



Grafikte S, L ve N eğrileri ile gösterilen besin çeşitlerinde bulunan bağlar aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

	S	L	N
A)	Ester	Peptit	Glikozit
B)	Peptit	Ester	Glikozit
C)	Glikozit	Peptit	Ester
D)	Peptit	Glikozit	Ester
E)	Ester	Glikozit	Peptit

30. Aşağıdaki dönüşümlerden hangisi sindirim kanalına salgılanan enzimler tarafından <u>gerçekleştirilmez</u>?

A) Yağ ⟶ Gliserol + Yağ asiti

B) Polipeptit ⟶ Peptit

C) Glikoz ⟶ Karbondioksit + Su

D) Laktoz ⟶ Glikoz + Galaktoz

E) Nişasta ⟶ Maltoz + Dekstrin

25	D	26	B	27	E

Örnek Sorular

31. Aşağıda proteinlerin kimyasal sindirimi özetlenmiştir.

Protein $\xrightarrow{S}$ Polipeptit $\xrightarrow{L}$ Peptit $\xrightarrow{N}$ Amino asit

S, L ve N tepkimeleri için,

I. ince bağırsakta gerçekleşme,

II. peptit bağlarının kopması,

III. su harcanımı,

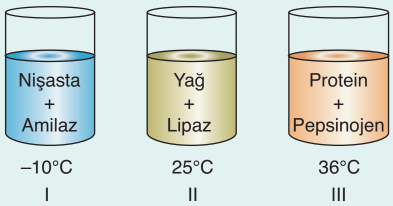
IV. asidik ortamda gerçekleşme

özelliklerinden hangileri ortaktır?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III

D) II ve IV E) III ve IV

32.



Yukarıdaki deney tüplerinden hangilerinde kimyasal sindirim gerçekleşir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

33. Aşağıdaki tabloda gösterilen her bir tüpe, satır başında verilen "besin maddesi" ile sütun başında verilen "canlılardan alınan sindirimle ilgili madde" konmuştur.

Besin maddeleri \ Canlılardan alınan sindirimle ilgili maddeler.	Yeşil yaprak özütü	Tükrük	Pankreas özsuyu ve safra tuzu
Nişasta	1	2	3
Amino asit	4	5	6
Yağ	7	8	9

Kimyasal sindirim olayı, bu tüplerin hangilerinde gerçekleşir?

A) 1, 2, 3, 9 B) 1, 5, 7, 8

C) 2, 4, 6, 7 D) 3, 5, 7, 9

E) 3, 4, 6, 8

(1991 – ÖYS)

28	D	29	B	30	C

c. Yağların Sindirimi:

➢ Yağların sindirimi ince bağırsakta başlar ve biter.

İnce Bağırsak:

➢ Safra kesesinden salgılanan safra sıvısı yağları mekanik olarak sindirerek yağ damlacıklarının oluşmasını sağlar.

➢ Pankreastan salgılanan lipaz enzimi yağları sindirerek gliserol ve yağ asitlerine dönüştürür.

Yağ + Safra suyu ⟶ Yağ damlacıkları

Yağ damlacıkları $\xrightarrow{\text{Lipaz}}$ Gliserol + 3 Yağ asiti

d. Nükleik Asitlerin Sindirimi :

➢ Nükleik asitlerin sindirimi ince bağırsakta başlar ve biter.

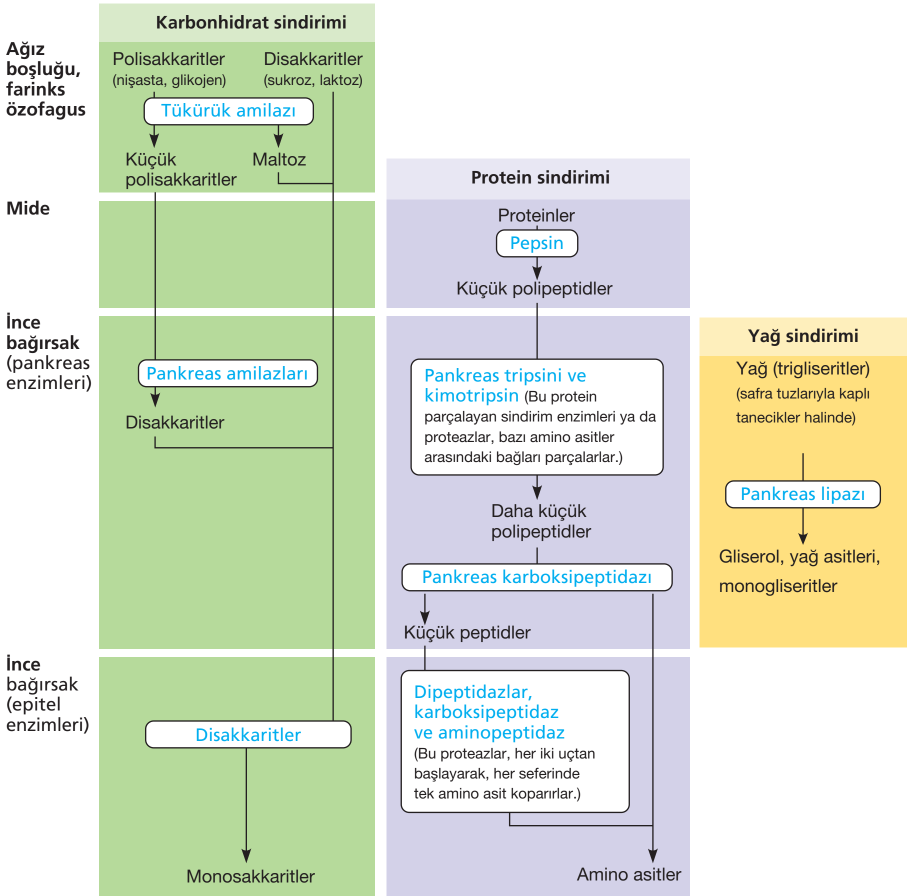
İnce bağırsak :

➢ Pankreastan salgılanan nükleazlar olarak adlandırılan enzim grubu ile nükleik asitler nükleotitlere dönüşür.

DNA ve RNA + Su $\xrightarrow{\text{Nükleazlar}}$ Nükleotit

➢ İnce bağırsaktan salgılanan nükleotidaz ve nükleozidaz enzimleri ile nükleotitler azotlu organik baz, şeker ve fosfata parçalanırlar.

Nükleotit + Su $\xrightarrow[\text{Nükleozidaz}]{\text{Nükleotidaz}}$ Azotlu baz + Şeker + Fosfat



Farklı besinlerin kimyasal sindirimi

4. BESİNLERİN EMİLİMİ

➢ Besin emilimi sindirim kanalının ağız, mide, ince bağırsak ve kalın bağırsak bölümlerinde gerçekleşir. Ancak emilimin büyük bir kısmı villus ve mikrovilluslar ile yüzey alanı artırılmış olan ince bağırsakta gerçekleşir.

➢ Bağırsak epitel hücrelerine geçen besinlerin villusların içinde bulunan kan kılcallarına ve lenf kılcallarına verilmesine **emilim** denir. Bağırsak boşluğundaki besinlerin villuslardaki epitel hücrelerine geçişi besin tipine bağlı olarak pasif taşıma ya da aktif taşıma ile olabilir. Örneğin fruktoz şekeri yoğunluğuna göre bağırsak epitel hücrelerine kolaylaştırılmış difüzyonla geçerken; glikoz, amino asitler, vitaminler bağırsak hücrelerine aktif taşıma ile pompalanır.

Kan Kılcalları ile Emilim :

➢ Glikoz, amino asitler, suda eriyen vitaminler (B ve C grubu), su ve mineraller villuslardaki kılcal kan damarları tarafından emilir.

➢ Kan kılcalları ile emilen besinler kapı toplardamarı ile karaciğere taşınır. Daha sonra karaciğer üstü toplardamarından alt ana toplardamara geçerek kalbin sağ kulakçığına gelir ve buradan atardamarlar ile vücuda taşınır.

Glikoz, amino asitler, su, B ve C vitaminler ⟶ Villus epiteli ⟶ Kan kılcalları ⟶ Kapı toplar damarı
↓
Kalbin sağ kulakçığı ⟵ Alt ana toplardamar ⟵ Karaciğer üstü toplar damarı ⟵ KARACİĞER

➢ Karaciğer, kapı toplardamarı ile gelen besinlerin kandaki miktarını sabit tutmak için çeşitli düzenlemeler yapar.

- Bol karbonhidrat içeren bir öğünden sonra; kapı toplardamarından gelen glikozun bir kısmı karaciğerde glikojen olarak depolanır. Bu nedenle;

Kapı toplardamarındaki glikoz derişimi > Karaciğer üstü toplardamarındaki glikoz derişimi

- Açlık durumunda karaciğerde depolanan glikojenin hidrolizi sonucu oluşan glikoz kana verilir. Bu nedenle;

Karaciğer üstü toplardamarındaki glikoz derişimi > Kapı toplardamarındaki glikoz derişimi

Lenf Kılcalları ile Emilim :

➢ Yağların sindirim ürünü olan yağ asitleri ve gliserol ile yağda çözünen vitaminler (A, D, E, K) villuslardaki lenf kılcalları tarafından emilir.

➢ Villusların epitel hücrelerine geçen yağ asiti ve gliserol molekülleri burada yeniden trigliseritlere dönüştürülür. Daha sonra trigliseritlerin çevresi fosfolipit, kolesterol ve protein ile kaplanarak suda çözünebilir özelliğe sahip **şilomikron** denilen küçük taneciklere dönüştürülür.

Örnek Sorular

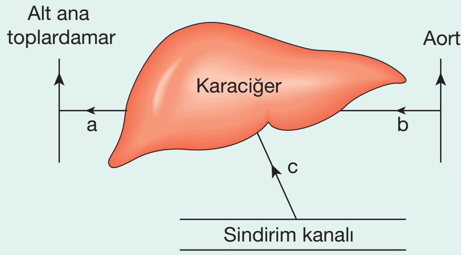
34. İnce bağırsakta hidroliz sonucu oluşan monomer besinlerin emilimi,

I. difüzyon,
II. fagositoz,
III. aktif taşıma

yöntemlerinden hangileri ile gerçekleşir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

35. Aşağıda karaciğerle bağlantılı olan üç damar verilmiştir.



Bu damarlar ile ilgili,

I. oksijen miktarı → b > a,
II. üre miktarı → a > b,
III. açlık durumunda glikoz miktarı → a > c,

karşılaştırmalarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

36. İnce bağırsakta emilen glikoz molekülleri karaciğere gidene kadar,

I. kapı toplardamarı,
II. karaciğer atardamarı,
III. karaciğer toplardamarı,

yapılarından hangilerinden geçer?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

31	C	32	A	33	A

Palme Yayınevi

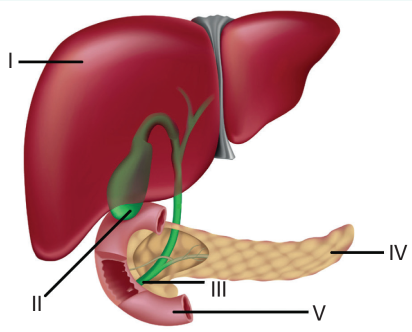
Örnek Sorular

37. İnsanda sindirilerek bağırsaklardan emilen yağların en yoğun olarak bulunduğu damar aşağıdakilerden hangisidir?

A) İnce bağırsak toplardamarı
B) Karaciğer üstü toplardamarı
C) Sol köprücük altı toplardamarı
D) Kalın bağırsak toplardamarı
E) Kapı toplardamarı

(2012 — LYS)

38. Şekilde, insan vücudunda yer alan bazı organ ve yapılar numaralandırılarak gösterilmiştir.



Bu organ ve yapılarla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) I numaralı organda amonyaktan üre sentezi gerçekleşir.
B) II numaralı organda safra üretimi gerçekleşir.
C) III numaralı yapı içerisinden yağların fiziksel ve kimyasal sindirimini gerçekleştiren maddeler geçiş yapar.
D) IV numaralı organda hem sindirim enzimi hem de hormon üretimi gerçekleşir.
E) V numaralı organdan II ve IV numaralı organları uyaracak hormon salgılanır.

(2017 — LYS)

39. İshal olan bir birey ile ilgili,

I. Dışkı ile attığı su miktarı normale göre daha fazladır.
II. Peristaltik hareketin yavaşlaması sonucu oluşur.
III. Vücudun elektrolit dengesinin bozulmasına neden olabilir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

34	D	35	E	36	A
37	C	38	B	39	E

Palme Yayınevi

➢ Şilomikronlar, ekzositoz lenf kılcallarına geçer ve sonra lenf dolaşımı ile taşınıp kan dolaşımına sol köprücük altı toplardamarıyla katılır. Kan dolaşımına katılan şilomikronlar daha sonra üst ana toplardamar ile kalbin sağ kulakcığına gelir ve buradan atardamarlar ile vücuda taşınır.

Yağ asitleri, gliserol, A, D, E, K vitaminleri → Villus epiteli (şilomikron) → Lenf kılcalları → Peke sarnıcı → Göğüs kanalı (ana lenf damarı) → Sol köprücük altı toplardamarı → Üst ana toplardamar → Kalbin sağ kulakcığı

Sindirim Sistemi Rahatsızlıkları :

Gastrit : Mide mukozasındaki yıpranma ve zarar görme durumudur. Midenin asit salgısının artması, bazı bakteriyel enfeksiyonlar, bazı ilaçların fazla miktarda alınması, aşırı sigara ve alkol kullanımı bu hastalığın başlıca nedenleridir. Tedavi edilmez ise ülsere dönüşebilir.

Ülser : Mide ve incebağırsak duvarında yara oluşması durumudur. Aşağıda ülser oluşumuna neden olan bazı faktörler verilmiştir.

- Mide özsuyu ile salgılanan asit miktarının artması
- *Helicobacter pylori* bakterisinin neden olduğu enfeksiyon
- Genetik faktörler ve stres

Kabızlık : Kalın bağırsaktaki su emiliminin normalden fazla olması sonucu oluşur. Bu durum dışkının atılmasını zorlaştırır. Kalınbağırsaktaki peristaltik hareketin yavaşlaması kabızlığın en önemli nedenlerinden biridir. Kabızlığı önlemenin en kolay ve etkili yöntemi bol su içmek ve lifli gıdalar tüketmektir.

İshal : Kalın bağırsaklardaki su ve elektrolit emiliminin normalden yavaş olması sonucunda dışkının fazla sulu olarak atılması durumudur. Bakteriyel ya da viral enfeksiyonlar sonucunda oluşabilir.

Laktoz Hassasiyeti : Laktoz, sütün içinde bulunan bir disakkarittir. Bebeklerde üretilen laktaz enzimi bu disakkaritin kolayca sindirilmesini sağlar. İki yaşından itibaren bazı bireylerde süt tüketiminin azalmasına bağlı olarak laktaz enziminin sentezi azalır. Bu bireyler ilerleyen yaşlarda süt içerlerse laktozu sindiremez ve ağrı, gaz sıkışması, karın şişkinliği ve ishal gibi sorunlarla karşılaşırlar.

DERS NOTLARI

DERS NOTLARI

1. TEST

1. **İnsanlarda mekanik sindirimin yavaşlaması,**

I. kana geçen monomer miktarının azalması,

II. kimyasal sindirimin hızlanması,

III. dışkı ile atılan polimer besin miktarının artması,

durumlardan hangilerine neden olur?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

2. Aşağıdaki tabloda üç farklı organik besinin kimyasal sindirime uğradığı bölümler verilmiştir.

Organik besinler	Sindirim kanalı bölümü		
	Ağız	Mide	İnce bağırsak
X	–	–	+
Y	+	–	+
Z	–	+	+

(+: Kimyasal sindirim var; – : Kimyasal sindirim yok)

Tablodaki bilgilere göre bu besinlerde bulunan bağ çeşitleri aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	X	Y	Z
A)	Glikozit	Peptit	Ester
B)	Peptit	Ester	Glikozit
C)	Ester	Peptit	Glikozit
D)	Glikozit	Ester	Peptit
E)	Ester	Glikozit	Peptit

3. **Aşağıdaki terimlerden hangisi ince bağırsakla ilgili değildir?**

A) Şilomikron B) Lenf kılcalı C) Mikrovillus D) Kardia E) Vater kabarcığı

4. Besinlerle alınan yağların sindirimi sırasında gerçekleşen bazı tepkimeler aşağıda verilmiştir.

- Yağ $\xrightarrow{X}$ Yağ damlacıkları
- Yağ damlacıkları + H_2O $\xrightarrow{Y}$ Gliserol + Yağ asitleri

Bu tepkimeler ile ilgili,

I. X olayı mekanik, Y olayı kimyasal sindirimdir.

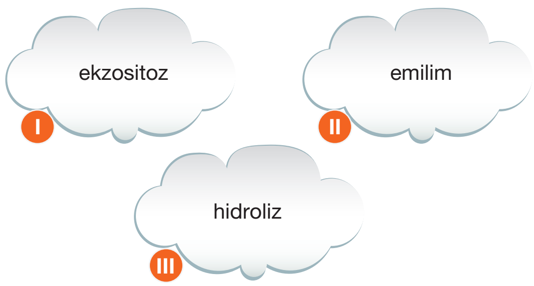
II. X olayı safra kesesinde, Y olayı ince bağırsakta gerçekleşir.

III. X olayının gerçekleşmesi Y olayını hızlandırır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

5. **Hücre dışı sindirimde,**



basamakları hangi sıra ile gerçekleşir?

A) I - II - III B) I - III - II C) II - I - III D) II - III - I E) III - I - II

6. **Kolesistokinin ve sekretin hormonları için,**

I. oniki parmak bağırsağına ait hücrelerde üretilme,

II. kan yoluyla hedef organa taşınma,

III. pankreas hücrelerini uyarma

özelliklerinden hangileri ortaktır?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

7. **Aşağıdakilerden hangisi sindirime yardımcı organlardan biri değildir?**

A) Karaciğer
B) Pankreas
C) Tükürük bezleri
D) Dalak
E) Safra kesesi

8. **İnce bağırsak mukozasından salgılanan ince bağırsak özsuyunda,**

moleküllerinden hangileri bulunmaz?

A) I ve II
B) I ve III
C) II ve IV
D) I, III ve IV
E) I, II, III ve IV

9. Aşağıda insanlara ait olan karbonhidrat metabolizması verilmiştir.

$$\text{Nişasta} \xrightarrow{I} \text{Maltoz} \xrightarrow{II} \begin{cases} \text{Glikoz} \xrightarrow{III} \text{Glikojen} \\ + \\ \text{Glikoz} \xrightarrow{IV} \text{Laktik asit} \end{cases}$$

Numaralandırılmış basamaklardan hangilerinde hidroliz enzimleri görev yapar?

A) I ve II
B) III ve IV
C) I, II ve III
D) I, II ve IV
E) I, II, III ve IV

10. **Karbonhidratların hidrolizinde görev yapan aşağıdaki enzimlerden hangisi sindirim sisteminin iki farklı bölümünde görev yapar?**

A) Maltaz
B) Dekstrinaz
C) Sükraz
D) Laktoz
E) Amilaz

11. **İnce bağırsağa ait villuslar tarafından emilen,**

I. glikoz,
II. amino asit,
III. gliserol,
IV. yağ asiti

moleküllerinden hangileri lenf kılcallarına (X), hangileri kan kılcallarına (Y) geçer?

	X	Y
A)	I ve II	III ve IV
B)	I ve III	II ve IV
C)	I ve IV	II ve III
D)	II ve III	I ve IV
E)	III ve IV	I ve II

Palme Yayınevi

12. **İnsana ait olan sindirim sistemi ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) Besinlerin ilerlemesi peristaltik hareket ile gerçekleşir.
B) İnce bağırsakta bulunan villus ve mikrovilluslar besin emilim yüzey alanını artırır.
C) Kardia kapısı midedeki besinlerin yemek borusuna dönmesini engeller.
D) Yağların kimyasal sindirimi diğer besinlerden daha sonra başlar.
E) Parasempatik sinirler sindirim faaliyetlerini yavaşlatır.

13. **Bir insanın sindirim kanalında bulunan enzimler (I) ve bu enzimlerin substratları (II) ile ilgili aşağıda yapılan eşleştirmelerden hangisi doğrudur?**

	I	II
A)	Lipaz	Gliserol
B)	Sükraz	Laktoz
C)	Pepsin	Protein
D)	Tripsinojen	Lipit
E)	Glikojen	Dekstrinaz

1. C	2. E	3. D	4. D	5. B	6. E	7. D	8. B	9. A	10. E	11. E	12. E	13. C

2. TEST

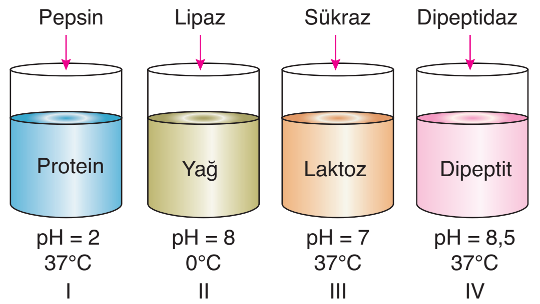
1. **Sindirim kanalının bir bölümü olan kalın bağırsak,**

I. yağların kimyasal sindiriminin tamamlanması,
II. su ve minerallerin emilerek kana karışması,
III. dışkının peristaltik hareket ile anüse taşınması

işlevlerinden hangilerini gerçekleştirir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

2.



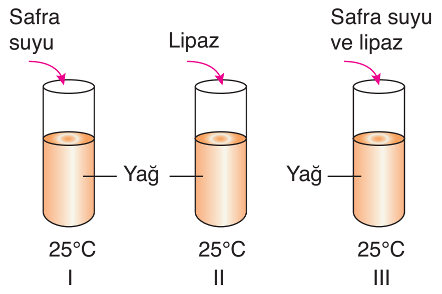
Yukarıdaki deney tüplerinden hangilerinde kimyasal sindirim gerçekleşir?

A) I ve II B) I ve IV C) III ve IV
D) I, II ve IV E) I, III ve IV

3. **Sindirim sistemi ile ilgili olan aşağıdaki yapılardan hangisinden hidroliz enzimleri <u>salgılanamaz</u>?**

A) Mide B) İnce bağırsak
C) Tükrük bezleri D) Pankreas
E) Yemek borusu

4.



Yukarıdaki deney tüplerinden hangilerinde mekanik (X), hangilerinde kimyasal sindirim (Y) gerçekleşir?

	X	Y
A)	I ve II	II ve III
B)	I ve III	II ve III
C)	II ve III	I ve II
D)	I ve III	I ve II
E)	I, II ve III	I ve III

Palme Yayınevi

5. **Yağların kimyasal sindirimi sonucu oluşan gliserol ve yağ asitlerinin,**

I. emilimini sağlayan,
II. kana karıştığı

damar çeşitleri aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

	I	II
A)	Kan kılcalı	Karaciğer üstü toplardamarı
B)	Lenf kılcalı	Kapı toplardamarı
C)	Lenf kılcalı	Sol köprücük altı toplardamarı
D)	Kan kılcalı	Alt ana toplardamar
E)	Lenf kılcalı	Üst ana toplardamar

6. **Midede oluşan kimusun oniki parmak bağırsağa geçmesi sonucu,**

I. kandaki sekretin ve kolesistokinin hormonlarının miktarlarının artması,
II. pankreas özsuyunun virsung kanalı ile vater kabarcığına dökülmesi,
III. lipaz enziminin ester bağlarını koparması sonucu gliserol ve yağ asiti gibi monomerlerin oluşması

olayları hangi sıra ile gerçekleşir?

A) I - II - III B) I - III - II C) II - I - III
D) II - III - I E) III - II - I

7. **Sağlıklı bir insana ait olan,**

I. safra kesesi,
II. tükrük bezleri,
III. mide,
IV. pankreas,
V. ince bağırsak

yapılarından hangileri karbonhidratların kimyasal sindiriminden sorumlu olan enzimleri sindirim kanalına gönderir?

A) II ve IV B) III ve V C) I, II ve IV
D) II, IV ve V E) II, III, IV ve V

8. **Aşağıdaki enzimlerden hangisi peptit bağlarını hidroliz edemez?**

A) Maltaz B) Dipeptidaz C) Pepsin
D) Tripsin E) Karboksipeptidaz

9. **Sağlıklı bir insanın koledok kanalından alınan sıvının analizinde aşağıdaki moleküllerden hangisine rastlanır?**

A) Lipaz
B) Pepsinojen
C) Safra tuzları
D) Amilaz
E) Tripsin

10. **Proteinlerin kimyasal sindiriminde görev yapan,**

I. pepsinojen,
II. tripsinojen,
III. kimotripsinojen

enzimlerini aktifleştiren maddelerle ilgili aşağıda yapılan eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

	I	II	III
A)	HCl	Enterokinaz	Tripsin
B)	Lap enzimi	Enterokinaz	Dipeptidaz
C)	HCl	Dipeptidaz	Enterokinaz
D)	Lap enzimi	Tripsin	Dipeptidaz
E)	HCl	Dipeptidaz	Tripsin

11. **İnce bağırsaktaki villuslar tarafından emilen glikoz molekülleri kalbe ulaşıncaya kadar aşağıdaki yapılardan hangisinden geçmezler?**

A) Karaciğer üstü toplardamarı
B) Alt ana toplardamar
C) Kapı toplardamarı
D) Kan kılcalları
E) Üst ana toplardamar

12. **Karaciğer aşağıdaki işlevlerden hangisine gerçekleştiremez?**

A) Alkol ve hidrojen peroksit gibi zehirli moleküllerin parçalanması
B) Safra suyunu üretilmesi ve safra kesesine gönderilmesi
C) Kan şekerini ayarlayan insülin ve glukagon hormonlarının üretilmesi
D) Yağda eriyen vitaminlerin depolanması
E) Zehirli bir molekül olan amonyağın üreye dönüştürülmesi

13. **Sindirim enzimleri ile ilgili aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi doğru değildir?**

	Enzim	Hidroliz ettiği bağ çeşidi	Oluşturduğu ürünler
A)	Laktaz	Glikozit	Glikoz ve galaktoz
B)	Tripeptidaz	Peptit	Amino asit
C)	Lipaz	Ester	Gliserol ve yağ asiti
D)	Amilaz	Glikozit	Glikoz
E)	Sükraz	Glikozit	Glikoz ve fruktoz

1. E	2. B	3. E	4. B	5. C	6. A	7. D	8. A	9. C	10. A	11. E	12. C	13. D

Dolaşım Sistemi

13\.
Ünite

Örnek Sorular

1. **İnsan kalbiyle ilgili,**

I. Kalbi besleyen koroner damar perikart tabakasında bulunur.

II. Sol kulakçık ve karıncıkta oksijence fakir kan bulunur.

III. Sol kulakçık ve sol karıncıktaki kanın yoğunluğu yaklaşık olarak aynıdır.

IV. Karıncıklardaki miyokart tabakası, kulakçıklardakinden kalındır.

ifadelerinden hangileri doğru değildir?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III
D) II ve IV E) III ve IV

2. **Kalbin yapısında bulunan triküspit ve biküspit kapakçıklar,**

I. oksijence zengin ve fakir kanın karışmasını engelleme,

II. atardamarlara geçen kanın kalbe dönmesini engelleme,

III. kanın karıncıklardan kulakçıklara dönmesini engelleme

olaylarından hangilerinde görev yaparlar?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

3. **İnsan kalbine ait olan,**

I. biküspit

II. yarımay,

III. triküspit

kapakçıklarından hangileri karıncıklar ile atardamarlar arasında bulunur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

➢ İnsanda dolaşım sistemi kalp, damarlar (atardamar, kılcal damar ve toplardamar) ve kan olmak üzere üç temel kısımdan oluşur.

1. KALP

➢ Kanı damarlar aracılığı ile tüm vücuda pompalar. Göğüs boşluğunda, iki akciğer arasında yer alan yumruk büyüklüğünde (300 g) bir organdır.

a. Kalbin Tabakaları

➢ Kalp üç farklı tabakadan oluşur. Bu tabakalar dıştan içe doğru; perikart, miyokart ve endokart olarak sıralanır.

- **Perikart :** İki katlı bir zardan oluşur. Bu zarların arası sıvı ile doludur. Böylece kalbin kasılıp gevşemesi sırasında sürtünme en düşük düzeyde tutulur.
- **Miyokart :** Kalp kasından oluşur. Karıncıklardaki miyokart tabakası, kulakçıklara göre daha kalındır. Sol karıncık duvarı sağ karıncık duvarından daha kalındır. Böylece güçlü bir kasılma ile kanın tüm vücuda pompalanması kolaylaşır. Miyokart tabakasında kalbi besleyen damar olan **koroner damar** bulunur.

NOT: Kalp kendisi için gerekli olan besin ve oksijeni içindeki kandan değil, aort damarından ayrılarak miyokart tabakasına giren koroner damardan alır. Bu nedenle kalpten geçen kanın yoğunluğu değişmez.

- **Endokart :** Tek katlı epitel dokudan oluşan bu tabaka kalbin iç yüzeyini oluşturur.

b. Kalbin Yapısı

➢ İnsan kalbi dört odacıktan oluşur. Üst kısımda iki tane **kulakçık** (atrium); alt kısımda ise iki tane **karıncık** (ventricle) bulunur. Kalbin sol kısmı oksijence zengin, sağ kısmı ise oksijence fakir kanla doludur.

➢ Kalpte bulunan dört kapakçık, kanın geri dönmesini engeller ve kanın doğru yönde akmasını sağlar. Her bir kulakçık ve karıncık arasında **atrioventriküler (AV) kapakçık** bulunur. Sol kulakçık ve sol karıncık arasındaki AV kapakçık **biküspit** (ikili), sağ kulakçık ve sağ karıncık arasındaki AV kapakçık ise **triküspit** (üçlü) kapakçık olarak adlandırılır.

NOT: AV kapakçıklar tek yönlü açılır. Kanın kulakçıklardan karıncıklara geçişine izin verirken, karıncıklardan kulakçıklara geri dönüşüne izin vermezler.

➢ Kalbin karıncıklarından çıkan atardamarların (aort ve akciğer atardamarı) başlangıç kısımlarında **yarımay kapakçıkları** (semilunar kapakçıklar) bulunur.

NOT: Yarımay kapakçıkları karıncıkların kasılması sırasında sol karıncıktaki kanın aort atardamarına; sağ karıncıktaki kanın ise akciğer atardamarına geçişine izin verir. Fakat karıncıkların gevşemesi sırasında atardamarlardaki kanın kalbe geri dönmesine izin vermez.

Kalbin kapakçıkları

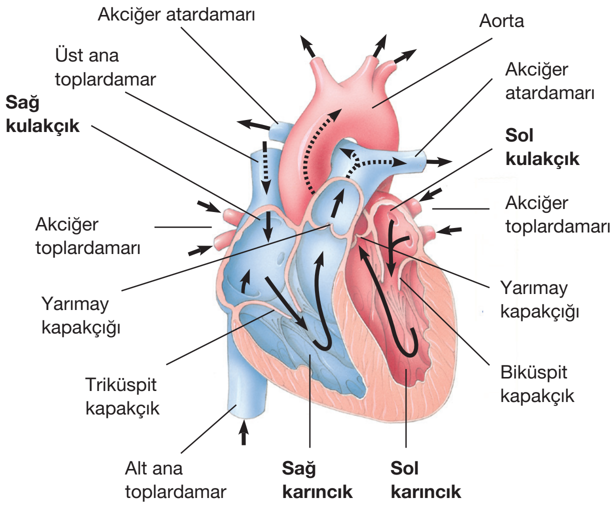
- Atrioventrikular kapakçıklar
  - Biküspit kapakçık
  - Triküspit kapakçık
- Yarımay kapakçıkları
  - Sol karıncık ve aort atardamarı arasında
  - Sağ karıncık ve akciğer atardamarı arasında

c. Kalbin Damar Bağlantıları

➢ Damarlar kalple olan bağlantılarına göre adlandırılırlar. Kalpten çıkan damarlara **atardamar**, kalbe gelen damarlara ise **toplardamar** denir.

➢ Kulakçıklara toplardamarlar bağlanır. Sol kulakçığa akciğer toplardamarı, sağ kulakçığa ise üst ana toplardamar ve alt ana toplardamar bağlanır.

➢ Karıncıklar atardamarlar ile bağlantılıdır. Sol karıncıktan aort atardamarı, sağ karıncıktan ise akciğer atardamarı çıkar.



İnsan kalbinin yapısı

d. Kalbin Çalışması

➢ Kalp otomatik bir organdır. Çalışması için gerekli uyarıyı kendisi üretir. Bu nedenle kalp, sinir sisteminden herhangi bir uyarı almadan da kasılıp gevşemeye devam eder.

➢ Kalbin çalışmasını üst ana toplardamarın sağ kulakçıkla birleştiği bölgede bulunan **sinoatrial (SA) düğüm** denetler.

➢ SA düğümü sinir hücrelerine benzeyen elektriksel impulslar (uyarılar) üretir. Bu impulslar kulakçıkların kasılmasını sağlar. SA düğümünden çıkan impulslar kulakçık ve karıncıkların birleştiği yerde bulunan **atrioventrikular (AV) düğüme** ulaşır. İmpulslar, AV düğümünde 0,1 saniye kadar bekletilir. Böylece kulakçıklardaki kanın tamamen karıncıklara boşalması sağlanır.

➢ AV düğümden gelen impulslar, karıncıkların duvarında bulunan **His demetleri** ve **Purkinje lifleri** aracılığıyla kalbin uç noktasına iletilir. Böylece karıncıkların kasılması sağlanır.

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

4. İnsan vücudundaki kan aşağıda verilenlerden hangisinin doğrultusunda akamaz?

A) Sağ kulakçık → Sağ karıncık

B) Akciğer toplardamarı → Sol kulakçık

C) Sağ karıncık → Akciğer atardamarı

D) Sol karıncık → Sol kulakçık

E) Alt ana toplardamar → Sağ kulakçık

5. Kalbe ait olan,

I. sol kulakçık,

II. sağ karıncık

kısımları ile bağlantılı olan kan damarları aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

	I	II
A)	Aort	Akciğer toplardamarı
B)	Akciğer toplardamarı	Akciğer atardamarı
C)	Üst ana toplardamarı	Aort
D)	Alt ana toplardamarı	Akciğer atardamarı
E)	Akciğer atardamarı	Alt ana toplardamar

6. Sinoatriyal düğümde oluşan impulslar,

I. his demetleri,

II. atriyoventrikular düğüm,

III. purkinje lifleri

yapılarından hangi sıra ile geçer?

A) I - II - III B) I - III - II

C) II - I - III D) II - III - I

E) III - I - II

1	A	2	C	3	B

Örnek Sorular

7. **Kalbin kulakçıklarının kasılı olduğu bir anda,**

I. kanın karıncıklara dolması,

II. triküspit ve biküspit kapakçıkların açık olması,

III. karıncıkların gevşeme konumuna geçmesi

durumlarından hangileri gözlemlenebilir?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

8. **İnsan kalbinin yapısını ve çalışmasını öğrenmiş olan bir öğrenci, aşağıdakilerden hangisinin <u>yanlış</u> olduğunu ifade edecektir?**

A) Dinlenmekte olan bir insanın kalp kası hücreleri, kasıldığı süreden daha fazla bir süre gevşemiş durumda bulunur.

B) Kalple bağlantılı atardamarların, kalple birleştikleri yerde tek yönlü açılıp kapanan kapakçıklar vardır.

C) Biküsbit ve triküsbit kapakçıklar, sinirsel uyarılarla açılıp kapanmaktadır.

D) Kulakçıklara dolan kan, karıncıklar kasılı durumda değilse karıncıkların içerisine akacaktır.

E) Kalp kası, kendisinin ürettiği impulslar sayesinde ritmik çalışmasına karşın sinirsel uyarılarla çalışma hızı değiştirilebilmektedir.

(2017 — LYS)

9. **Kalbin karıncıklarının kasılı olduğu bir zaman diliminde aşağıdaki olaylardan hangisi <u>gerçekleşmez</u>?**

A) Yarımay kapakçıklarının açılması

B) Kulakçıkların hacminin artması

C) Sol karıncıktaki kanın aort damarına geçmesi

D) Karıncıklardaki basıncın azalması

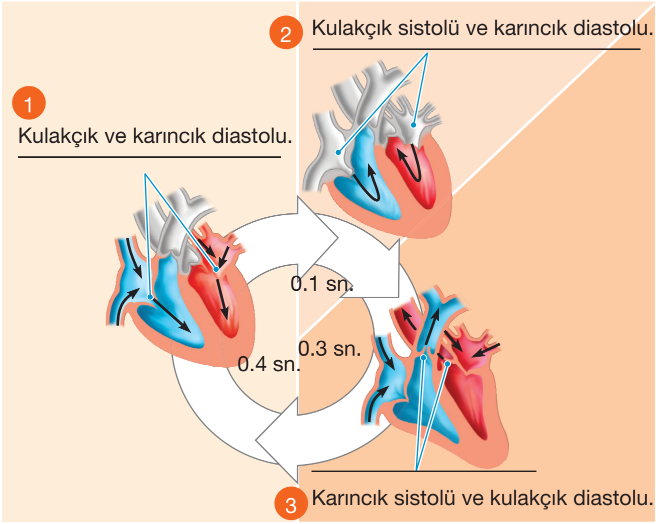
E) Atrioventrikular kapakçıkların kapanması

4	D	5	B	6	C

Palme Yayınevi

➢ Kalbin çalışması, kasılma ve gevşemeler ile sağlanır. Kasılma aşaması **sistol**, gevşeme aşaması **diastol** olarak adlandırılır. Kulakçıklarla karıncıkların kasılmaları birbirine zıt (antagonist) olarak gerçekleşir.

➢ Yani kulakçıklar kasılırken karıncıklar gevşer, karıncıklar kasılırken de kulakçıklar gevşer. Kalbin kanı bir defa pompalayıp tekrar kanla dolmasına **kalp (kardiak) döngüsü** denir. Bu döngü bir kalp atışının başlangıcından, bir sonraki kalp atışının başlangıcına kadar geçen tüm olayları kapsar. Kalp döngüsünün evreleri aşağıda verilmiştir.



Kalp döngüsü

1. **Kulakçık ve karıncıkların diastolü :** Gevşeme aşamasında, geniş toplardamarlar ile gelen kan önce kulakçıklara, daha sonra AV kapakçıklarından geçerek karıncıklara dolar. Bu evrede yarımay kapakçıkları kapalıdır.

2. **Kulakçık sistolü ve karıncık diastolü :** Kulakçıkların kısa süreli kasılması, kulakçıklarda kalan kanın tamamen karıncıklara dolmasını sağlar.

3. **Karıncık sistolü ve kulakçık diastolü :** Karıncıkların kasılması sonucu yarımay kapakçıkları açılır ve karıncıklarda bulunan kan atardamarlara geçer. Bu evrede A.V kapakçıklar kapanır. Böylece karıncıklardaki kanın kulakçıklara dönmesi engellenir.

NOT: Eğer kan, yapısı bozuk kapakçıktan geriye doğru fışkırırsa, **kalp üfürümü** adı verilen anormal bir ses oluşturur. Bazı insanlar kalp üfürümü ile doğarlar; bazı insanlarda ise kapakçıklar bir enfeksiyon sonucu bozulabilir.

NOT: Kalbin ritmik kasılma ve gevşemesinin atardamarlarda hissedilmesine **nabız** denir. Dinlenme halindeki bir bireyin nabzı 75 civarındadır.

e. Kalp Atış Hızını Etkileyen Faktörler

➢ SA düğümünün yapısı nedeniyle kalp ritmik olarak çalışır. Bazı etkiler bu ritmi hızlandırırken, bazı etkiler ise bu ritmi yavaşlatır. Bu faktörlerden bazıları aşağıda verilmiştir.

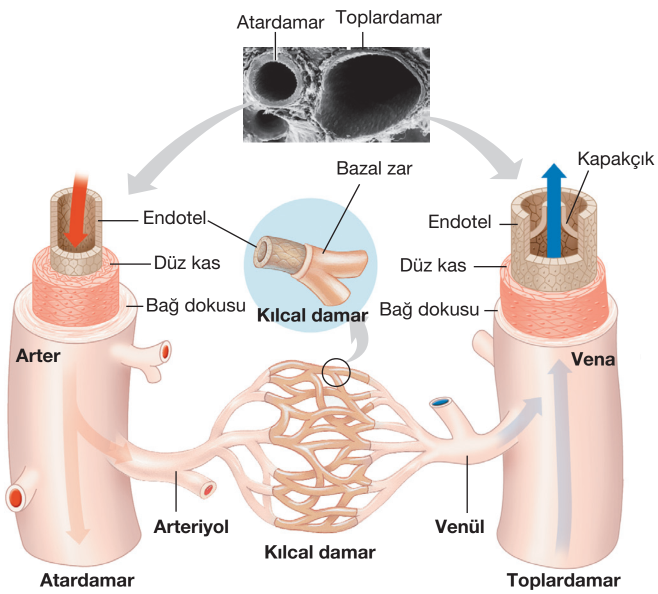
- **Sinirler :** Omurilik soğanından çıkan otonom sinir sistemine ait sempatik ve parasempatik sinirler kalp atış hızını etkiler. Sempatik sinirler kalp atışını hızlandırırken, parasempatik bir sinir olan vagus siniri kalp atış hızını azaltır.

- **Hormonlar :** Adrenalin ve tiroksin gibi hormonlar kalp atışını hızlandırırken, asetilkolin hormonu ise kalp atışını yavaşlatır.
- **Karbondioksit :** Kandaki CO_2 miktarının artması durumunda kanın pH'ı düşer, asitliği ise artar. Bu değişim omurilik soğanı tarafından algılanır ve kalp atışı hızlanır.
- **Sıcaklık :** Vücut sıcaklığının artması sinoatrial düğümü uyarır ve kalp atışı hızlanır. Bu durum ateşli hastalıklarda kalp atışının hızlanmasına neden olur.
- **Kimyasal maddeler :** Nikotin ve kafein gibi kimyasal maddeler kalbin çalışmasını hızlandırır.

2. KAN DAMARLARI

➢ Vücudumuzda kan taşınımı sağlayan damarlar atardamar, toplardamar ve kılcal damar olmak üzere üçe ayrılır.

➢ Atar ve toplardamarların duvarları dıştan içe doğru; bağ doku, düz kas ve epitel dokudan (endotel) oluşmuştur. Kılcal damalarlar ise sadece tek sıralı epitel dokudan (endotel) oluşmuştur.



Kan damarlarnın yapısı

a. Atardamarlar

➢ Kanı kalpten alarak kılcal damarlara taşıyan damarlardır. Duvarları yapısal olarak toplardamara benzer ama daha kalındır. Ayrıca daha fazla miktarda elastik lif içerirler. Kan basıncının ve kanın akış hızının en yüksek olduğu damarlardır.

NOT: Akciğer atardamarı hariç atardamarların tümü oksijence zengin kan taşır.

➢ Kalbin kasılıp gevşemesi sırasında kanın atardamar çeperine yaptığı basınca **tansiyon** adı verilir. Karıncıkların kasılması sırasında oluşan basınca **büyük tansiyon**, karıncıkların gevşemesi sırasında oluşan basınca ise **küçük tansiyon** denir.

➢ Sağlıklı bir insanda dinlenme halinde büyük tansiyon 120 mmHg, küçük tansiyon 70mmHg dır. Tansiyon sfigmomanometre adı verilen alet ve stetoskop ile ölçülür.

Örnek Sorular

10. Aşağıdakilerden hangisi kalbin atış hızını <u>azaltır</u>?

A) Adrenalin salgısının artması

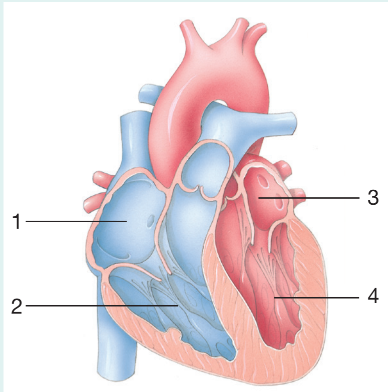
B) Parasempatik sinirlerin kalbi uyarması

C) Vücuda bol miktarda kafein alınması

D) Kandaki CO_2 miktarının artması

E) Vücut sıcaklığının yükselmesi

11. Aşağıda insan kalbine ait olan dört farklı odacık numaralandırılarak verilmiştir.



Numaralandırılmış kısımlar ile ilgili,

I. atardamarlar ile bağlantılı olanlar → 2 ve 4,

II. toplardamarlar ile bağlantılı olanlar → 1 ve 3,

III. oksijence zengin kan taşıyanlar → 3 ve 4,

eşleştirmelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

12. Aşağıdaki atardamarlardan hangisindeki karbon dioksit derişimi diğerlerinden daha yüksektir?

A) Böbrek atardamarı

B) Şah damarı

C) Aort

D) Akciğer atardamarı

E) Koroner damar

7	E	8	C	9	D

Örnek Sorular

13. **Toplardamarlar ile ilgili,**

I. Kanı kalbe doğru taşırlar.

II. Tamamında oksijence fakir kan bulunur.

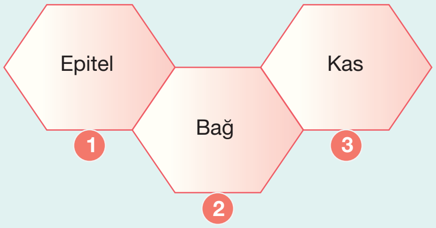
III. Bazılarında kalbe doğru açılan kapakçıklar bulunur.

IV. Kalbin karıncıklarına bağlanırlar.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve III C) I ve IV
D) II ve III E) III ve IV

14. Aşağıda atardamarların yapısında bulunan üç doku numaralandırılarak verilmiştir.



Bu dokular ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Damarın içinden dışına doğru sıralanışı 1 - 3 - 2 şeklindedir.

B) Kılcal damarlarda 2 ve 3 numaralı dokular bulunmaz.

C) 3 numaralı kısım istemli olarak kasılır.

D) Toplardamarlarda numaralı kısımların tamamı bulunur.

E) Kan 1 numaralı dokuya temas ederek akar.

15. **Bacaklara giden kanın kalbe geri dönmesinde,**

I. kulakçıkların gevşemesiyle oluşan emme kuvveti,

II. bacaklarda bulunan çizgili kasların kasılması,

III. alt ana toplardamarda bulunan kapakçıkların kanın geri dönüşüne izin vermemesi

faktörlerinden hangileri etkilidir?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

10	B	11	E	12	D

b. Toplardamarlar

➢ Kanı kılcal damarlardan alarak kalbe getiren damarlardır. Atardamarlar gibi üç tabakadan oluşurlar. Fakat kas ve elastik lif miktarı daha azdır. Bu nedenle bir toplardamar duvarının kalınlığı, atardamarın üçte biri kadardır.

➢ Kan basıncı ve kanın akış hızı atardamarlara göre daha azdır. Çapları atardamarlardan daha büyük olduğu için daha fazla kan bulundurur. Vücuttaki kanın yaklaşık olarak %60'ı toplardamarlarda bulunur.

Bu damarlardaki kanın hareketi;

- damarların etrafında bulunan çizgili kasların kasılması,
- damarların yapısında bulunan düz kasların kasılması,
- nefes alma sırasında göğüs boşluğunda oluşan emme kuvveti,
- kulakçıkların gevşemesi ile oluşan emme kuvveti

gibi olayların etkisi ile gerçekleşir.

➢ Vücudun alt kısmında bulunan toplardamarlarda kanın geriye doğru akmasını engelleyen tek yönlü açılan kapakçıklar bulunur. Vücudun üst bölgelerindeki toplardamarda ise kapakçık bulunmaz, kan akışını yerçekimi sağlar.

NOT Akciğer toplardamarı dışındaki toplardamarların tamamı oksijence fakir kan taşır.

c. Kılcal damarlar

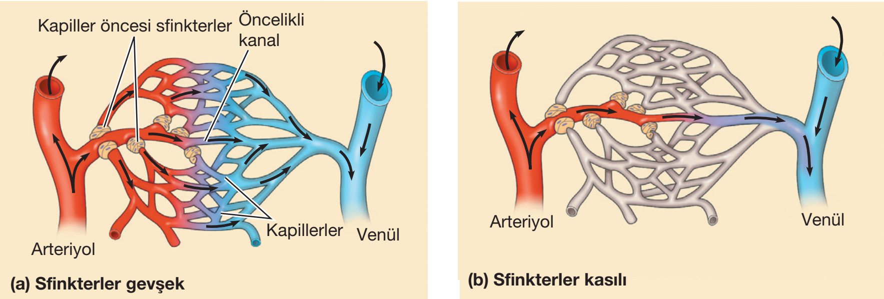
➢ Atardamarlar ile toplardamarlar arasında yer alan damarlardır. Endotel olarak adlandırılan tek sıralı yassı epitel dokudan meydana gelmişlerdir. Kas ve bağ doku içermezler.

➢ Kan ile hücreler arasındaki madde alış verişinin gerçekleştiği damarlardır. Bu nedenle geniş yüzeyler oluşturacak şekilde dokuların arasına yayılırlar.

➢ Bir kılcal damarın çapı çok küçüktür. Fakat bir atardamar çok sayıda kılcal damara açılır. Bu nedenle kılcalların toplam kesit alanı, kendisine kan getiren atardamardan daha fazladır. Bu nedenle kılcal damarlardan geçen kan iyice yavaşlar.

➢ Bu durum kılcallar ile doku sıvısı arasında madde alış verişine olanak sağlar. Kılcal damarlardan toplardamara geçen kan yeniden hızlanır. Çünkü toplardamarların toplam kesit alanı kılcal damarlardan daha azdır.

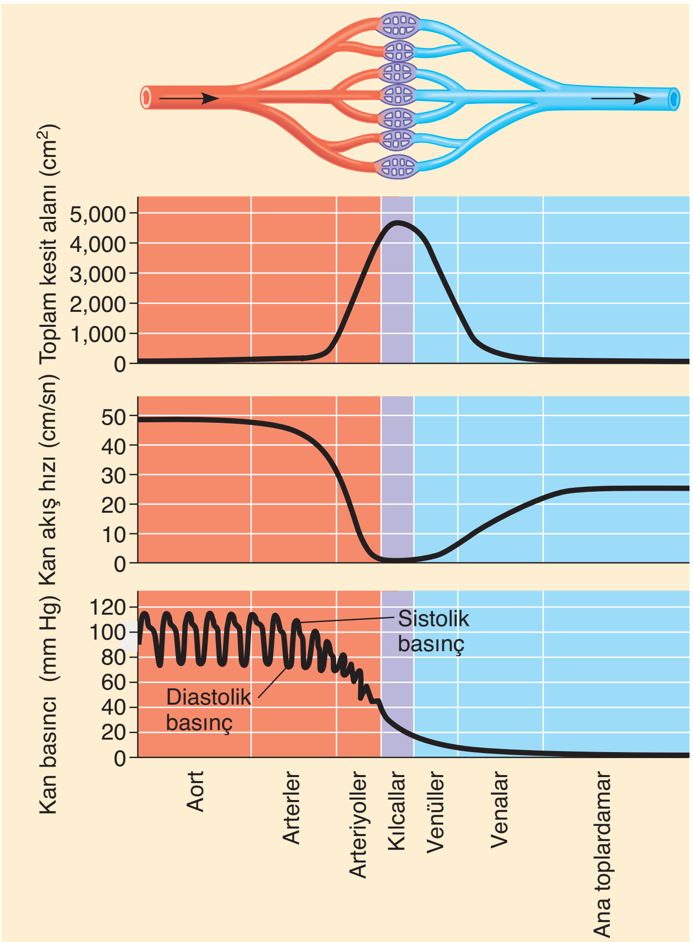
NOT Kılcal damar yataklarının girişinde, düz kaslardan oluşan ve **prekapiler sfinkter** olarak adlandırılan yapılar bulunur. Bu yapılar kasılıp gevşeyerek kılcal damarlardan geçen kan miktarını ayarlarlar. Böylece metabolik faaliyetin fazla olduğu organlara ulaşan kan miktarı artarken, metabolik faaliyetin az olduğu organlara ulaşan kan miktarı azalmış olur.



Kılcal damarlardaki sfinkterlerin kaslıp gevşemesi

NOT Aşağıda damarlardaki toplam kesit alanı, kanın akış hızı, kan basıncı ve duvar kalınlığı arasındaki ilişkiler karşılaştırılmıştır.

- **Toplam kesit alanı :** Kılcal damar > Toplardamar > Atardamar
- **Kanın akış hızı :** Atardamar > Toplardamar > Kılcal damar
- **Kan basıncı :** Atardamar > Kılcal damar > Toplardamar
- **Duvar kalınlığı :** Atardamar > Toplardamar > Kılcal damar



Kan damarlarının karşılaştırılması

Örnek Sorular

16. **Doku hücreleri ile kan arasındaki madde alış verişi,**

I. atardamar,

II. kılcal damar,

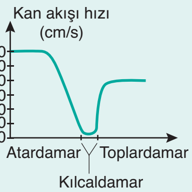
III. toplardamar

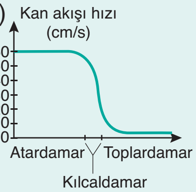
yapılarından hangilerinde gerçekleşir?

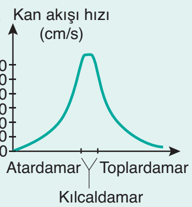
A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

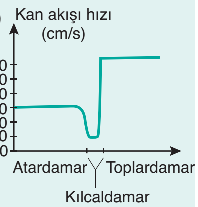
D) II ve III E) I, II ve III

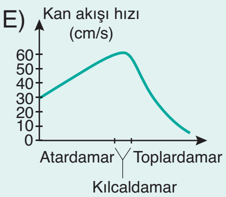
17. **Bir insanda, atardamar, kılcaldamar ve toplardamardan geçmekte olan kanın normal akış hızını gösteren grafik aşağıdakilerden hangisidir?**

A)


B)


C)


D)


E)


(2004 - ÖSS)

18. **Toplardamarlardaki,**

I. kan basıncı,

II. kanın akış hızı,

III. duvar kalınlığı

niceliklerinden hangileri kılcal damarlardan fazla atardamarlardan azdır?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

13	B	14	C	15	E

Örnek Sorular

19. **Normal bir insanda, kılcal damarların atardamar ve toplardamar ucunda kan ile doku sıvısı arasında su ve madde değişimini sağlayan kan basıncı (KB) ile ozmotik basınç (OB) arasındaki ilişki, aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?**

	Atardamar ucu	Toplardamar ucu
A)	KB > OB	KB < OB
B)	KB < OB	KB < OB
C)	KB > OB	KB > OB
D)	KB > OB	KB = OB
E)	KB < OB	KB = OB

(2011 – LYS)

20. **Sağlıklı bir insana ait,**

I. atardamar,
II. kılcal damar,
III. toplardamar

yapılarındaki kan basıncının <u>azdan çoğa</u> doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

A) I - II - III
B) II - III - I
C) II - I - III
D) III - II - I
E) III - I - II

21. **Dolaşım sisteminin elemanlarından biri olan damarlar ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Kılcal damarlardaki kanın akış hızı diğer damarlara göre daha düşüktür.

B) Kan basıncının en yüksek olduğu damar çeşidi atardamarlardır.

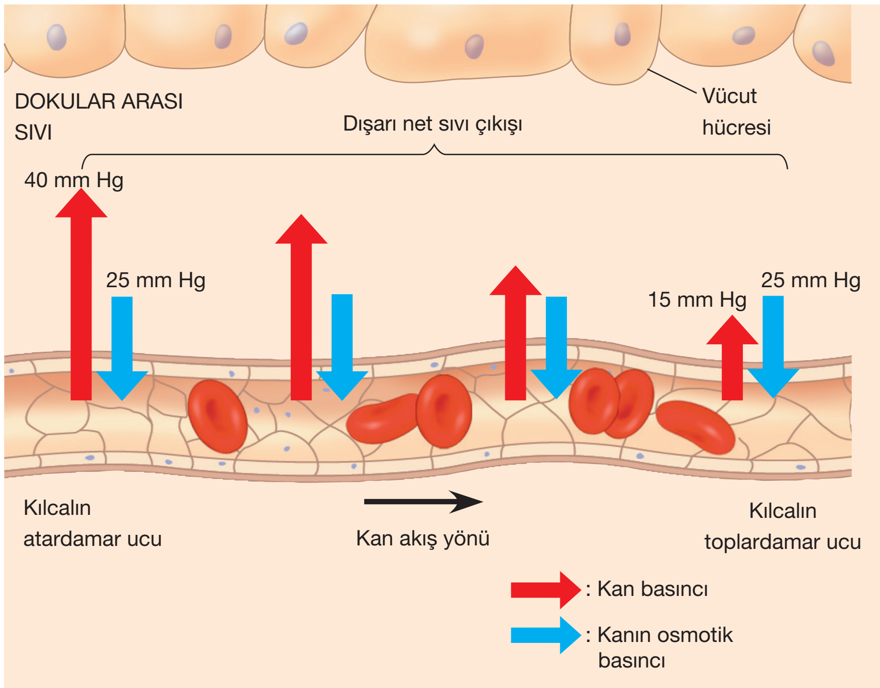
C) Damarlardaki kan basıncı ile kanı akış hızı arasında ters orantı vardır.

D) Atardamarlarda genel olarak oksijence zengin kan bulunur.

E) Toplardamarların duvar kalınlığı atardamarlardan azdır.

16	B	17	A	18	D

Kan ile Vücut Hücreleri Arasındaki Madde Alış Verişi



- Kan ile vücut hücreleri arasındaki madde alış verişi kılcal damarlarda gerçekleşir.
- Madde alış verişinde etkili olan iki farklı basınç vardır. Bunlar kan basıncı ile kanın osmotik basıncıdır.
- **Kan Basıncı:** Kalbin kanı pompalaması ile oluşan basınçtır. Moleküllerin kandan doku sıvısına doğru geçmesini sağlar.

Not Atardamar ucundan toplardamar ucuna doğru kan basıncı azalır (40 mmHg ⟶ 15 mmHg).

- **Kanın Osmotik Basıncı:** Albumin, globulin ve fibrinojen büyük moleküllü proteinler olduğu için kılcal damarlardan çıkamazlar. Bu nedenle kılcal damar içinde osmotik basınç oluşur. Bu basıncın etkisi ile doku sıvısında bulunan moleküller kana geçer.

Not Kanın osmotik basıncı kılcal damar boyunca sabittir (25 mmHg ⟶ 25 mmHg)

- Bu iki basıncın etkisiyle kılcal damarlarda süzülme ve emilim olayları gerçekleşir.

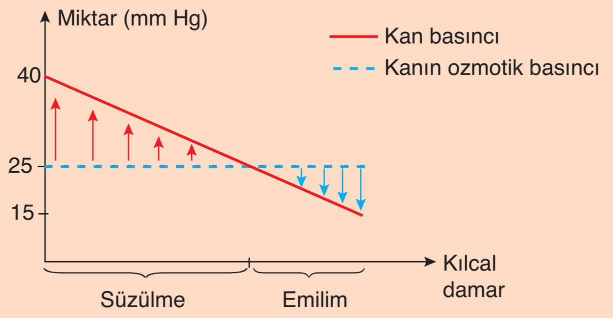
a. Süzülme

- Kılcalların atardamar ucunda kan basıncı > kanın osmotik basıncı (fark 15 mmHg) olduğundan kandaki su ve çözünmüş maddeler önce doku sıvısına, sonrada doku hücrelerine geçer.

b. Emilim

➢ Kılcalların toplardamar ucunda kanın osmotik basıncı > kan basıncı (fark 10 mmHg) olduğundan doku hücrelerindeki su ve çözünmüş maddeler önce doku sıvısına, sonrada kılcal damara geçer.

Not Süzülme miktarı emilim miktarından daha fazladır. Bu yüzden doku sıvısı miktarı artar. Bu fazlalık lenf damarları tarafından alınarak kan dolaşımına taşınır. Böylece doku sıvısının miktarının artması engellenir.



➢ **Ödem:** Hücreler arasındaki doku sıvısı miktarının normalin üzerine çıkmasına ödem denir. **Ödemin nedenleri aşağıda verilmiştir:**

- Kan basıncının normalin üzerine çıkması.
- Kanın osmotik basıncının normalin altına düşmesi.
- Lenf damarlarının tıkanması.
- Doku sıvısının osmotik basıncının artması.

3. KAN DOLAŞIMI

➢ Kanın vücuttaki dolaşımı büyük ve küçük kan dolaşımı olarak ikiye ayrılır. Aşağıda bu iki dolaşımın özellikleri karşılaştırılmıştır.

Büyük Kan Dolaşımı	Küçük Kan Dolaşımı
• Sol karıncıkta başlayıp sağ kulakçıkta biter.	• Sağ karıncıkta başlayıp sol kulakçıkta biter.
• Oksijence zengin kanı aort atardamarı ile vücuda gönderir.	• Oksijence fakir kanı akciğer atardamarı ile akciğerlere gönderir.
• Doku kılcallarında oksijence fakirleşen kanı üst ve alt ana toplardamarlarla kalbin sağ kulakçığına getirir.	• Alveol kılcallarında oksijence zenginleşen kanı akciğer toplardamarıyla sol kulakçığa getirir.

Örnek Sorular

22. İnsanda kılcal damarlarda, atardamar ucundan toplardamar ucuna doğru gidildikçe,

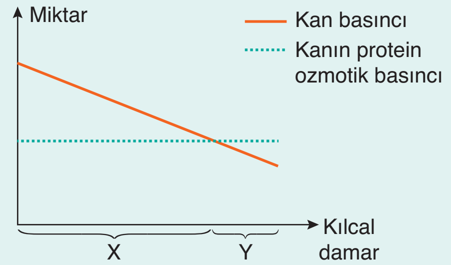
I. doku sıvısına madde geçiş hızında azalma,
II. kan basıncında düşme,
III. damar içi ozmotik basınçta düşme

durumlarından hangileri meydana gelir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

(2014 – LYS)

23.



Beyin kılcallarına ait yukarıdaki şema ile ilgili,

I. X kısmında kanda bulunan glikoz ve oksijen gibi moleküller kandan doku sıvısına geçer.
II. Kılcal damarlarda kan basıncı sabit kalırken, kanın protein ozmotik basıncı azalır.
III. Y kısmında beyin hücrelerinde oluşan atık maddeler doku sıvısı aracılığı ile kılcal damara geçer.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

24. İnsan vücudunda ödem oluşmasında,

I. kılcal damarlardaki kan basıncının artması,
II. kan proteinlerinin azalması,
III. dokular arası sıvının ozmotik basıncının azalması

durumlarından hangileri etkili olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

(2010 – LYS)

19	A	20	D	21	C

Örnek Sorular

25. **Küçük kan dolaşımı ile ilgili,**

I. Sağ karıncıkta başlayıp sol kulakçıkta biter.

II. Kandaki karbon dioksit derişiminin azalmasını sağlar.

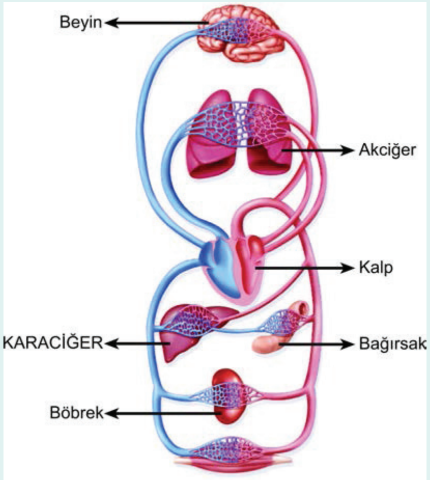
III. Beyin kılcallarında kirlenen kanın kalbe dönmesini sağlar.

yargılarından hangileri doğru değildir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

26. **İnsanda, karaciğerde üretilen bir üre molekülü, idrar bileşimine en kısa yoldan katılmak için;**



organlarının hangilerinden geçmek zorundadır?

A) Bağırsak ve Böbrek

B) Beyin ve Kalp

C) Bağırsak, Böbrek ve Akciğer

D) Kalp, Böbrek ve Akciğer

E) Beyin, Kalp, Böbrek ve Akciğer

(2017 – YGS)

27. İnsanda, işaretlenmiş bir alyuvar, akciğer atardamarı içine veriliyor; bu işaretli alyuvara bir süre sonra alt ana toplardamarında rastlanıyor. **Bu alyuvar kalpten bir kez geçtiğine göre, aşağıdaki yapıların hangisinden geçmemiştir?**

A) Sol karıncık B) Sol kulakçık

C) Akciğer toplardamarı D) Sağ karıncık

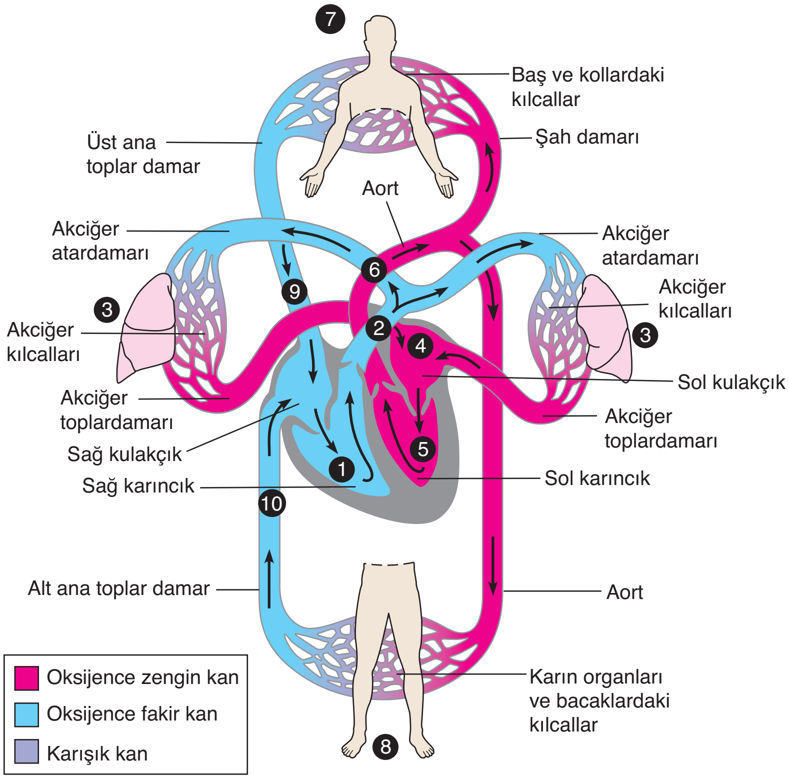
E) Aort

(2011 – YGS)

22	D	23	C	24	D

Palme Yayınevi

➢ İnsana ait dolaşım sistemi aşağıdaki şemada özetlenmiştir:



Küçük Dolaşım

1. Karıncıkların kasılması ile sağ karıncıktaki kan akciğer atardamarına geçer.
2. Akciğer atardamarı oksijence fakir kanı akciğerlere taşır.
3. Alveol kılcallarından geçen kanın oksijen derişimi artarken, karbondioksit derişimi azalır.
4. Oksijen bakımından zenginleşen kan akciğer toplardamarı ile kalbin sol kulakçığına gelir.

Büyük Dolaşım

5. Karıncıkların kasılmasıyla sol karıncıktaki kan aort atardamarına geçer.
6. Aort atardamarı oksijence zengin kanı dokulara taşır.
7. Aortun bir kolu olan şah damarı kanı kol ve baştaki kılcal damarlara ulaştırır.
8. Aortun aşağı giden kolu kanı karın iç organları (karaciğer, böbrek gibi) ile bacak kılcallarına ulaştırır.
9. Kol ve baş kılcallarında oksijence fakirleşen kan, üst ana toplardamar ile kalbin sağ kulakçığına gelir.
10. İç organ ve bacak kılcallarında oksijence fakirleşen kan alt ana toplardamar ile kalbin sağ kulakçığına gelir.

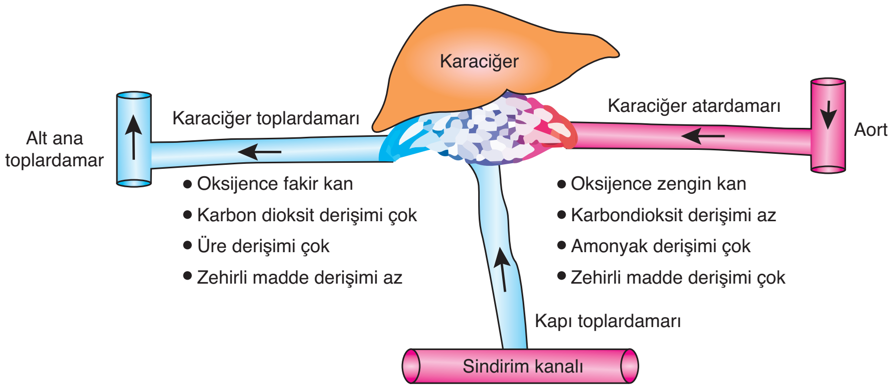
Organların Damar Bağlantıları

a. Karaciğer

➢ Karaciğer üç farklı damarla bağlantılıdır. Bu damarlardan karaciğer atardamarı ve kapı toplardamarı karaciğere kan getiren damarlardır. Karaciğer toplardamarı ise kanı karaciğerden uzaklaştırır.

Bu damarların karaciğer ile bağlantıları aşağıda verilmiştir.

- Aorttan ayrılan karaciğer atardamarı oksijence zengin kanı karaciğere getirir.
- Kapı toplardamarı sindirim organlarından (ince bağırsak, mide, kalın bağırsak, dalak ve pankreas) aldığı kanı karaciğere getirir.
- Karaciğerden ayrılan karaciğer toplardamarı ise alt ana toplardamara bağlanır.



NOT: Karaciğer ornitin döngüsü ile zehirli bir madde olan amonyağı, daha az zehirli olan üreye çevirir. Bu nedenle karaciğer toplardamarı üre derişiminin en fazla olduğu damardır.

➢ Karaciğer glikozu glikojene dönüştürerek ya da glikojenin hidrolizi sonucu glikoz oluşturarak kan şekerini ayarlayan organdır.

- Bol karbonhidrat içeren bir öğünden sonra kapı toplardamarından gelen glikozun bir kısmı karaciğerde glikojen olarak depolanır. Bu nedenle;

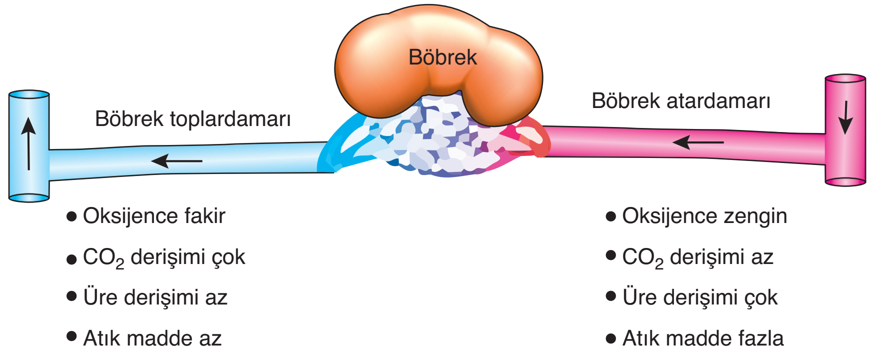
Kapı toplardamarındaki glikoz derişimi > Karaciğer toplardamarındaki glikoz derişimi

- Açlık durumunda karaciğerde depolanan glikojenin hidrolizi sonucu oluşan glikoz kana verilir. Bu nedenle;

Karaciğer toplardamarındaki glikoz derişimi > Kapı toplardamarındaki glikoz derişimi

b. Böbrek

➢ Böbrekler kanı süzerek idrar oluşturan organlardır. Bu nedenle böbreklerden geçen kanın atık madde derişimi azalır.



NOT: Vücuttaki üre miktarının minimum olduğu damar böbrek toplardamarıdır.

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

28. Sol karıncıktan çıkıp sağ kulakçığa dönen kan aşağıdaki kılcaldamarların hangisinden <u>geçemez</u>?

A) Böbrek kılcalları
B) Beyin kılcalları
C) Mide kılcalları
D) Karaciğer kılcalları
E) Alveol kılcalları

29. Karaciğer ile bağlantılı olan,

a. karaciğer atardamarı,
b. kapı toplardamarı,
c. karaciğer toplardamarı

yapıları ile ilgili,

I. a'daki üre miktarı c'den çoktur.
II. b ve c'deki kanın oksijen derişimi yüksektir.
III. Tok bir bireyde b'deki glikoz miktarı c'dekinden çoktur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

30. Böbrek atardamarındaki,

I. glikoz,
II. oksijen,
III. üre

moleküllerinden hangilerinin derişimi böbrek toplardamarından yüksektir?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

31. Memelilerde, atardamarları toplardamarlara bağlayan kılcaldamarlar boyunca, kan basıncı azalmayıp sabit kalsaydı,

I. Çözülen maddelerin kılcaldamardan doku sıvısına daha kolay geçmesi
II. Metabolizma atıklarının kılcaldamarlara daha kolay geçmesi
III. Doku sıvısının kılcaldamarlara daha kolay geçmesi
IV. Doku sıvısı miktarının azalması

durumlarından hangilerinin gerçekleşmesi beklenirdi?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) III ve IV E) II, III ve IV

(2000 – ÖSS)

25	B	26	D	27	D

Örnek Sorular

32. **Alveol kılcallarından geçen kan ile ilgili,**

I. Alyuvar miktarı azalır.

II. Kan basıncı değişmez.

III. Oksijen derişimi artar.

IV. Fibrinojen miktarı değişmez.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve II   B) I ve IV   C) II ve III

D) II ve IV   E) III ve IV

33. **İnsanlardaki dolaşım sisteminin bir parçası olan kan aşağıdaki olaylardan hangisinde görev almaz?**

A) Vücut sıcaklığının sabit tutulması

B) Karbondioksitin iç organlardan akciğere taşınması

C) Vücuda giren mikropların etkisiz hale getirilmesi

D) Sindirim enzimlerinin hedef organlara taşınması

E) İnce bağırsaktan emilen glikozun vücut hücrelerine taşınması

34. **İnsanda, aşağıdaki damar çiftlerinden hangisinde bulunan kan, oksijen derişimleri bakımından birbirine çok benzerdir?**

A) Akciğer atardamarı – Aort

B) Akciğer toplardamarı – Karaciğer atardamarı

C) Böbrek atardamarı – Akciğer atardamarı

D) Böbrek toplardamarı – Aort

E) Karaciğer atardamarı – Kapı toplardamarı

(2013 – LYS)

28	E	29	B	30	E	31	A

Palme Yayınevi

4. KAN

➢ Kan; vücutta taşıma, düzenleme, savunma ve koruma gibi görevleri olan özel bir sıvıdır.

1. Taşıma görevi

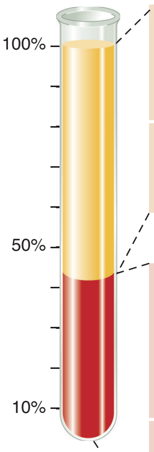
- Hücreler arasında çeşitli moleküllerin taşınmasını sağlar.
- Oksijeni akciğerlerden dokulara, karbondioksiti dokulardan akciğerlere taşır.
- Metabolik atıkları akciğer ve böbrek gibi boşaltım organlarına taşır.
- Endokrin bezlerden salgılanan hormonları hedef organlara taşır.

2. Düzenleme görevi

➢ Vücudun su, asit ve baz dengesini düzenler. Ayrıca vücut sıcaklığının sabit tutulmasında görev yapar.

3. Savunma ve koruma görevi

- Ürettiği antikorlar ile vücudu mikroplara karşı savunur. Ayrıca yaralanma durumunda pıhtılaşarak kanamayı durdurur.
- Ergin bir bireyde ortalama 4 - 5 litre kan bulunur. Kan santrifüj edildiğinde plazma ve kan hücreleri olarak adlandırılan iki kısıma ayrılır.



Kan plazması (%55)

	Su	İyonlar	Plazma proteinleri
İçeriği	Su	Sodyum, potasyum bikarbonat, kalsiyum, magnezyum, klor	Albumin, fibrinojen immunoglobülin, globulin
Görevi	Madde taşınımı yapan çözücü	Ozmotik denge, pH düzenlenmesi	Ozmotik denge, pH düzenlenmesi, pıhtılaşma, vücut savunması

Kanla taşınanlar:
- Besinler (glikoz, a.asit)
- Metabolik atıklar
- Solunum gazları (O_2 ve CO_2)
- Hormonlar
- Isı

Kan hücreleri (%45)

	Alyuvarlar	Akyuvarlar					Kan pulcukları
İçeriği		Bazofil	Eozinofil	Nötrofil	Lenfosit	Monosit	
Sayı (1 mm^3 kanda)	4–5 milyon	8,000–10,000					150,000–400,000
Görevi	O_2 ve CO_2 taşınımı	Savunma ve bağışıklık sağlanması					Kanın pıhtılaşması

Kan dokunun yapısı ve görevleri

a. Plazma

➢ Kanın sıvı olan ara maddesidir. Plazmanın büyük bir kısmı (%90) sudur. Bu sıvının içinde çözünmüş olarak iyonlar ve plazma proteinleri bulunur.

• **İyonlar :** Kanın ozmotik basıncının düzenlenmesi, pH dengesinin sağlanması (kanın normal pH değeri 7,4'tür.) ve zar geçirgenliğinin düzenlenmesi gibi olaylarda görev alırlar.

• **Plazma proteinleri :** Albumin, fibrinojen ve immunoglobulinler (antikor) ortaklaşa görev yaparak kanın pH dengesinin korunmasına yardım eder ve kanın akışkanlığına katkı sağlarlar. Belirli plazma proteinlerinin ilave görevleri vardır:

- Fibrinojen : Damar zedelenmesi durumunda kanın pıhtılaşmasını sağlar.
- Antikor : Vücuda giren mikroplar ile savaşır.
- Albumin : Kanın ozmotik basıncını düzenler.

NOT Kan proteinleri genel olarak karaciğerde üretilir ve ekzositoz ile damarlara bırakılır.

NOT Pıhtılaşma faktörleri (fibrinojen) uzaklaştırılmış kan plazmasına **serum** denir.

NOT Kan plazmasının kılcal damar dışına çıkabilen kısmı **doku sıvısı** olarak adlandırılır. Doku sıvısında, kan plazmasında bulunan büyük yapılı proteinler bulunmaz.

➢ Kanın plazma kısmında ayrıca glikoz, amino asit, hormon, üre ve ürik asit gibi organik maddelerle; amonyak, oksijen, karbondioksit ve bikarbonat gibi inorganik maddeler bulunur.

NOT Kanda nişasta ve glikojen gibi organik besinler ile sindirim enzimleri bulunmaz.

b. Kan Hücreleri

➢ Kanda alyuvar, akyuvar gibi hücreler ile ve kan pulcukları denilen hücre parçacıkları bulunur.

a. Alyuvarlar (Eritrositler)

➢ Yapılarında kana kırmızı rengini veren hemoglobin bulunur. Hemoglobin, oksijen ve karbondioksitin taşınmasında görev alır. Hemoglobin molekülü hem ve globin olarak adlandırılan iki kısımdan oluşur.

Hemoglobin → Hem ⟶ Demir atomu
Hemoglobin → Globin ⟶ Protein yapılıdır.

➢ Embriyo döneminde karaciğer ve dalakta; ergin bireylerde kırmızı kemik iliğinde üretilirler. Ömürleri 120 gün kadardır. Ömrünü tamamlayan alyuvar hücreleri dalak ve karaciğerde parçalanır. Bu olay sonunda açığa çıkan bilurubin, safra suyunun yapısına katılır.

➢ Alyuvar sayısı yaşa, cinsiyete ve deniz seviyesinden yüksekliğe göre değişir. 1 mm^3 kanda erkeklerde 5 milyon, kadınlarda ise 4 milyon kadar alyuvar bulunur. Deniz seviyesinden yükseklere çıkıldıkça oksijen miktarı azalırken, alyuvar sayısı artar.

Örnek Sorular

35. **Kan plazmasında aşağıdaki moleküllerden hangisi <u>bulunmaz</u>?**

A) Glikoz B) Hormon
C) Su D) Nişasta
E) Fibrinojen

36. **Kan plazması ile ilgili,**

I. İçerdiği inorganik madde miktarı organik madde miktarından çoktur.
II. Yapısında bulunan alyuvarlardan dolayı kırmızı renklidir.
III. İçinde solunum gazları ve metabolik atıklar bulunur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

37. **İnsanlarda, kan proteinleri,**

I. kanın pıhtılaşmasında rol oynama,
II. sindirilmiş besin maddelerini taşıma,
III. kan plazmasının ozmotik basıncını dengelemede rol oynama,
IV. vücudun bağışıklık tepkisinde rol oynama

işlevlerinden hangilerini gerçekleştirir?

A) I ve II B) II ve III C) II ve IV
D) I, II ve III E) I, III ve IV

(2001 – ÖSS)

32	E	33	D	34	B

Örnek Sorular

38. **Sağlıklı bir insanın kanında bulunan alyuvar hücrelerinde,**

I. solunum gazlarının taşınması,
II. DNA replikasyonu,
III. oksidatif fosforilasyon

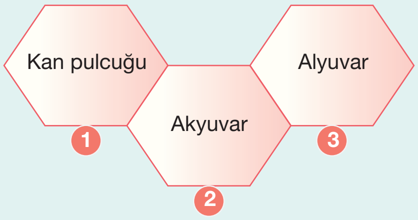
olaylarından hangileri gerçekleşir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

39. **İnsanın kan plazmasında aşağıdaki proteinlerden hangisi <u>bulunmaz</u>?**

A) Histamin B) Albumin
C) Antikor D) Hemoglobin
E) Fibrinojen

40. Aşağıda kanda bulunan bazı yapılar numaralandırılarak verilmiştir.



Bu yapılar ile ilgili,

I. kırmızı kemik iliğinde üretilenler → 1, 2 ve 3,
II. gerekli durumda damar dışına çıkabilenler → 2,
III. DNA ve RNA moleküllerine sahip olanlar → 1, 2 ve 3

eşleştirmelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

41. **Akyuvar hücreleri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru <u>değildir</u>?**

A) Sayıları mikrobik etkilerde artar.
B) Yalancı ayak oluşturarak aktif hareket edebilirler.
C) Kılcal damarlardan çıkarak doku sıvısına geçebilirler.
D) Gerekli durumlarda oksijensiz solunum yapabilirler.
E) Kemik dokuya ait kırmızı kemik iliğinde üretirler.

35	D	36	C	37	E

Palme Yayınevi

- Alyuvar veya hemoglobin miktarının normalden az olması durumu **anemi (kansızlık)** olarak adlandırılır. Alyuvarların zarında bulunan glikoprotein (antijen) molekülleri bireyin kan grubunu belirler. Bu hücreler genel olarak damar dışına çıkamaz ve aktif hareket edemezler. Kanla beraber pasif olarak taşınırlar.

NOT Memelilerin olgun alyuvarlarında çekirdek ve mitokondri gibi organeller bulunmaz. Çekirdekleri olmadığı için bölünemez, mitokondrileri olmadığı için oksijenli solunum yapamazlar. Enerji ihtiyaçlarını laktik asit fermantasyonu ile karşılarlar. Memeli dışındaki diğer omurgalıların olgun alyuvarlarında çekirdek ve mitokondri bulunur.

b. Akyuvarlar (Lökositler)

- Bazıları fagositoz yaparak, bazıları ise antikor oluşturarak vücut savunmasında görev alırlar. Sağlıklı bireylerin 1 mm^3 kanında 5000 - 10000 akyuvar bulunur. Enfeksiyon durumlarında sayıları geçiçi olarak artar.
- Çekirdek ve mitokondri gibi organelleri vardır. Enerji ihtiyaçlarını oksijenli solunum ile karşılarlar. Amip gibi yalancı ayak oluşturup aktif hareket ederler.
- Gerekli durumlarda kılcal damarlardan doku sıvısına ve lenf sistemine geçerek mikroplarla savaşabilirler. Akyuvarlar nötrofil, eozinofil, bazofil, monosit ve lenfosit olmak üzere beş gruba ayrılırlar.
- Lenfositler, özgül bağışıklık sağlayan özelleşmiş bir akyuvar çeşididir. B ve T lenfositleri olmak üzere iki gruba ayrılırlar. B lenfositleri antikor üreterek humoral (sıvısal) bağışıklık sağlar. T lenfositleri ise hücresel bağışıklıkta etkilidirler.

c. Kan Pulcukları (Trombositler)

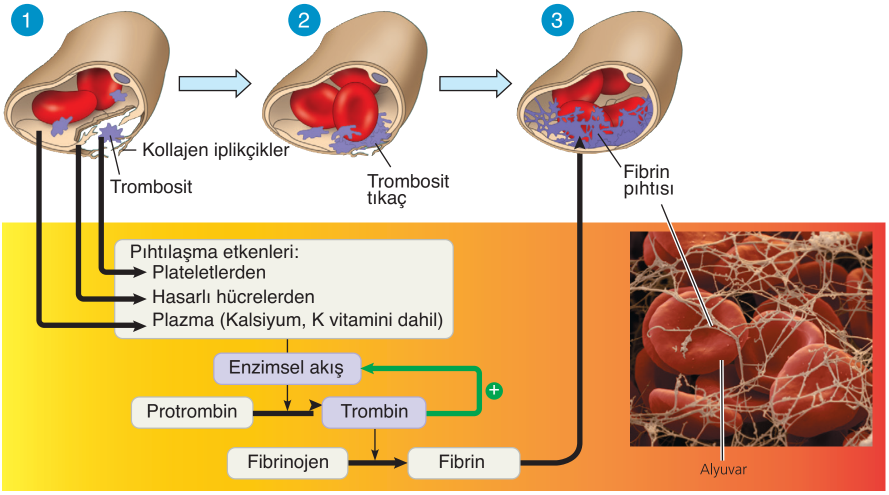
- Özelleşmiş kemik iliği hücrelerinden kopan sitoplazmik parçacıklardır. Çok küçük yapıda olup çekirdek içermezler. Kan pulcukları, kanın pıhtılaşmasında hem yapısal hem de moleküler işleve sahiptirler.

Kanın Pıhtılaşması

- Vücudumuzda kesikler veya sıyrıklar olması durumunda, damardan kanın akmasını önlemek amacıyla kanda meydana gelen reaksiyonların tümü **pıhtılaşma süreci** olarak adlandırılır.
- Pıhtılaşma sürecinde kan pulcukları ile protombin ve fibrinojen proteinleri görev yapar. Ayrıca K vitamini ile kalsiyum iyonları da pıhtılaşmada görev alırlar.

NOT Protrombin ve fibrinojen proteinleri inaktif yapıda olup karaciğerde üretilerek kana verilir.

➢ Pıhtılaşma süreci aşağıda özetlenmiştir :



1. Damar zedelenmesi sonucu, damarın duvarında kollajen iplikçikler açığa çıkar. Trombositler bu iplikçiklere yapışarak etrafındaki trombositleri yapışkan hale getiren bir madde salgılarlar.
2. Trombositlerin birbirine yapışması sonucu trombosit tıkaç oluşur. Küçük hasarlarda trombosit tıkaç kan kaybını durdurur.
3. Hasar büyükse ek olarak fibrin iplikçiklerinin oluşması gerekir. Bu olay aşağıdaki sıra ile gerçekleşir.
   - Trombositlerden ve hasar görmüş hücrelerden salınan pıhtılaşma etkenleri, plazmadaki pıhtılaşma etkenleri ile karışır.
   - Pıhtılaşma etkenleri, plazmada bulunan bir protein olan protrombini aktif bir molekül olan trombine dönüştürür.
   - Trombin, fibrinojeni fibrine dönüştüren bir enzimdir. Fibrin iplikçiklerinin oluşturduğu ağ trombosit tıkacın üzerine yapışıp kan hücrelerini ve plazmayıda içine alarak pıhtıyı oluşturur. Pıhtı ile hasarlı bölge kapatılır ve kanama durdurulur.

NOT Trombin enzimi pozitif geri bildirimle daha fazla trombin oluşmasını sağlayan bir faktörü uyarır.

Kan Grupları

➢ Alyuvar zarında bulunan ve kan grubumuzu belirlenmesinde rol oynayan glikoproteinlere **antijen** (aglütinojen) denir. Akyuvarlar tarafından üretilen ve plazmaya bırakılan proteinlere ise **antikor** (aglütinin) adı verilir.

➢ AB0 sisteminde alyuvarın zarında A ve B olarak adlandırılan iki çeşit antijen, plazmada ise anti-A ve anti-B olarak adlandırılan iki çeşit antikor bulunabilir.

➢ Uygun olmayan kan alış verişlerinde antijen ve antikorlar birleşerek çökelir. Bu olaya **aglütinasyon** (çökelme) denir.

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

42. **Kanın pıhtılaşma sürecinde,**

I. trombin,
II. fibrin,
III. trombosit tıkaç

yapıları hangi sıra ile oluşur?

A) I – II – III B) II – III – I C) III – II – I
D) I – III – II E) III – I – II

43. **Akyuvar hücreleri,**

I. antijenlere karşı antikor üretimi,
II. solunum gazlarının taşınması,
III. kanın pıhtılaşmasının başlaması,
IV. mikropların fagositozla yutulması

olaylarından hangilerini gerçekleştirebilir?

A) I ve III B) I ve IV C) II ve III
D) II ve IV E) III ve IV

44. **Pıhtılaşma sürecinde olmayan bir kanda, aşağıdaki moleküllerden hangisi <u>bulunamaz</u>?**

A) Fibrinojen
B) Amino asit
C) Trombin
D) Adrenalin
E) Üre

38	A	39	D	40	B	41	D

Örnek Sorular

45. **Kanın pıhtılaşmasında görev yapan protrombin ve fibrinojen molekülleri ile ilgili,**

I. Peptit bağı içerirler.

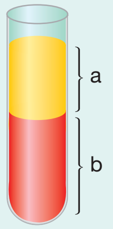
II. Aktif yapıdadırlar.

III. Karaciğerde üretilirler.

yargılarından hangileri doğru <u>değildir</u>?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

46. Aşağıda kanın santrifüj edilmesi sonucu oluşan iki bölüm verilmiştir.



Bu bölümler ile ilgili,

I. a bölümü plazma olarak adlandırılır.

II. b bölümünde en fazla bulunan kan hücresi çeşidi akyuvarlardır.

III. a bölümünde bulunan inorganik madde oranı organik madde oranından çoktur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

47. **A Rh⁺ kan grubunda olan bir bireyin kanında,**

I. A antijeni,

II. B antikoru,

III. Rh antijeni

moleküllerinden hangileri bulunur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

42	E	43	B	44	C

Kan grubu	Alyuvardaki antijen	Plazmadaki antikor
A	A	anti - B
B	B	anti - A
0	–	anti - A ve anti - B
AB	A ve B	–

AB0 sistemi

➢ Rh sisteminde alyuvar zarında Rh antijeni içeren bireyler Rh^+, Rh antijeni içermeyen bireyler ise Rh^- kan grubuna sahip olurlar.

Kan grubu	Alyuvardaki antijen	Plazmadaki antikor
Rh^+	Rh antijeni	–
Rh^-	–	– (Rh antikoru oluşturabilir.)

Rh sistemi

Not: Rh^- kan grubundaki bireylerde Rh antikoru bulunmaz. Rh^+ kan, Rh^- bireye verilirse Rh antijenine karşı anti-Rh (anti-D) antikoru oluşturulur.

Kan Bağışı

➢ Her yıl yüzlerce insan hastalık ya da kaza sonrası kan bulamadığı için ölmektedir. Kan bağışı, kan bekleyen kişilerin hayatlarını kurtarmasının yanı sıra kişinin kendi sağlığı açısından da yaşamsal önem taşır. Kan bağışından sonra kan hücreleri yenilenir. Böylece birey daha sağlıklı ve güçlü bir vücuda sahip olur. Şu unutulmamalıdır ki kan tek kaynağı insan olan çok değerli bir ilaçtır.

➢ Kan bağışı gibi kemik iliği bağışı da hayat kurtaran ve bağışçı birey açısından herhangi bir risk taşımayan bir işlemdir. Verici bireyden alınan kök hücreler, genetik yapısı uyumlu olan lösemi hastalarına verilir. Böylece lösemi hastası olan bireyin normal kan yapımı sağlanmış olur.

DOLAŞIM SİSTEMİ HASTALIKLARI

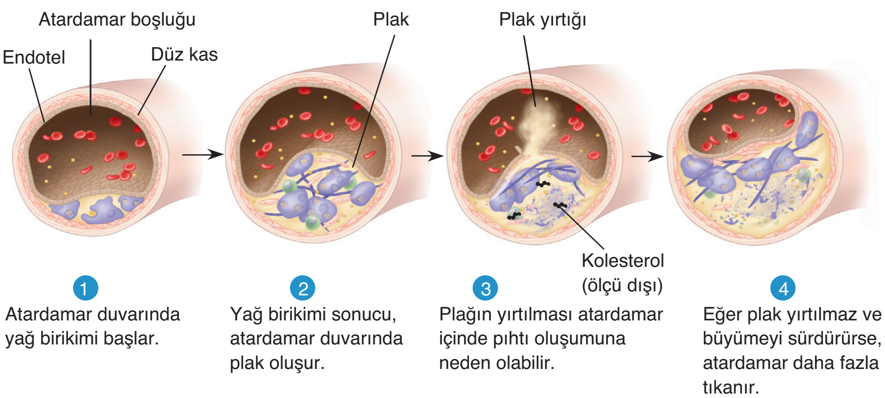
➢ Ateroskleroz, kalp krizi, felç, kangren, varis, anemi, lösemi ve hipertansiyon yaygın olarak görülen bazı kalp ve damar hastalıklardır.

Ateroskleroz :

➢ Atardamarların iç duvarında **plak** adı verilen yağ kümelerinin oluşmasıdır.

➢ Yağların atardamar iç çeperinde birikmesi sonucu oluşan plakların giderek büyümesi atardamar çapının daralması ve atardamar duvarının sertleşmesi gibi sorunları beraberinde getirir.

➢ Damar çapının daralması, ilgili damardan birim zamanda geçen kan miktarının azalmasına yol açar. Bu durum ilgili doku ya da organın yeterince besin ve oksijen alamamasına neden olur.



Ateroskleroz

➢ Tedavi edilmeyen aterosklerozun sonucunda kalp krizi ya da felç gibi hastalıklar oluşur. Kalp, aort atardamarından çıkarak kalp dokusunda dallanan koroner atardamarlar sayesinde beslenir. Kalbi besleyen belli başlı dört tane koroner atardamar vardır.

Kalp krizi (enfarktüs) :

➢ Kalp kasına oksijence zengin kan taşıyan koroner damarların tıkanması sonucunda kalp kası dokusunun zarar görmesi ya da ölmesidir.

➢ Koroner damarların çapları çok küçük olduğundan, tıkanmaya karşı özellikle eğilimlidirler. Bu tip bir tıkanma, kalp kasını kısa sürede hasara uğratabilir. Çünkü sürekli kasılma yapan bu kasların uzun süre oksijensiz kalması mümkün değildir.

NOT: Anjiyo adı verilen bir görüntüleme yöntemi ile koroner damarlardaki daralma tespit edilebilir. Böyle durumlarda stent adı verilen ince metal kafesler konularak ya da by pass yöntemiyle damar eklenerek tedavi uygulanabilir.

Örnek Sorular

48. **Dolaşım sistemi hastalıklarından biri olan ateroskleroz ile ilgili,**

I. Tansiyonun yükselmesine neden olur.

II. Beyne giden damarlarda olması durumunda felçe neden olur.

III. Atardamar duvarlarının elastikliğini artırır.

IV. İlgili damardan birim zamanda geçen kan miktarını azaltır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

49. **Kan bağışı ile ilgili,**

I. Alıcı bireyin hayatını kurtarabilir.

II. Verici bireyde kan hücrelerinin yenilenmesini sağlar.

III. Belirli kriterlere sahip kişiler tarafından yapılabilir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

50. **Aşağıdaki damarlardan hangisindeki plak oluşumu kalp krizine neden olabilir?**

A) Kapı toplardamarı

B) Koroner atardamarı

C) Şah damarı

D) Üst ana toplardamar

E) Akciğer toplardamar

45	A	46	D	47	E

Örnek Sorular

51. **Aşağıdaki hormonlardan hangisinin yetersiz salgılanması kandaki alyuvar sayısının azalmasına neden olur?**

A) Adrenalin

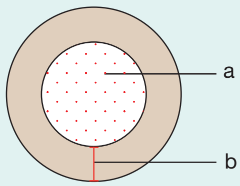
B) Parathormon

C) Eritropoietin

D) Tiroksin

E) Testosteron

52. Aşağıda atardamara ait iki bölüm verilmiştir.



Ateroskleroz hastalığı sonucunda,

I. b bölümünün esnekliği azalması,

II. a bölümünün çapı daralması,

III. b bölümünün kalınlığının artması

olaylarından hangileri gerçekleşebilir?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

53. **Varisle ilgili,**

I. Bazı toplardamarlardaki kanın kalbe dönmesini yavaşlatır.

II. Vücudun alt kısmındaki toplardamarlardaki kapakçıkların bozulması sonucu oluşur.

III. Erkeklerde görülme oranı bayanlara göre daha fazladır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

48	D	49	E	50	B

Felç :

➢ O_2 yokluğuna bağlı olarak beyindeki sinir dokusunun ölmesidir. Felç genellikle başta bulunan atardamarların tıkanması ya da yırtılması sonucu oluşur.

➢ Felçin etkileri ve bireyin yaşama şansı, hasarlı beyin dokusunun büyüklüğüne ve yerine bağlıdır. Pıhtı çözücü ilaçların kısa sürede kullanılması, kalp krizi ya da felcin etkilerini azaltabilir.

Kangren :

➢ Damar tıkanıklığı sonucu oluşan diğer bir hastalık da kangrendir. **Kangren**, belirli bir doku veya organı besleyen atardamarların tamamen tıkanması durumudur. Bunun sonucunda besin ve oksijen alamayan doku veya organ canlılığını kaybeder.

Varis :

➢ Toplardamarların fonksiyonel bozulmalar sonucu genişlemesi ya da kıvrımlı bir hal alması şeklinde ortaya çıkan bir hastalıktır.

➢ Vücudun alt kısmındaki toplardamarlarda kanın geriye doğru akmasını engelleyen tek yönlü kapakçıklar bulunur. Uzun süreli ayakta kalma gibi nedenlerle bu kapakçıkların bozulması, bu toplardamarlardaki kanın kalbe doğru akışını zorlaştırır ve kanın toplardamarlarda birikmesine neden olur.

➢ Varisler genellikle uzun süre ayakta durup hareketsiz kalan insanlarda, obezlerde ve hamilelerde gelişir. Çeşitli tıbbi yöntem ve cerrahi müdahalelerle tedavi edilebilir.

Anemi (kansızlık) :

➢ Kandaki alyuvar sayısının ya da hemoglobin miktarının normalin altına düşmesi durumudur.

➢ Aşağıda anemiye neden olan farklı durumlar verilmiştir.

- Demir alımının veya emiliminin yetersizliği sonucunda ortaya çıkabilecek demir eksikliğine bağlı olarak hemoglobinin yetersiz üretilmesi.
- Kemik iliklerinin çeşitli sebeplerden dolayı görevini yapamaması sonucunda kan yapımının azalması.
- Böbrekte üretilen eritropoietin hormonunun yetersiz olması.
- Orak hücre anemisi gibi kalıtsal faktörler.
- B vitamini eksikliği.

Lösemi (kan kanseri) :

➢ Kandaki akyuvar sayısının kontrolsüz ve zarar verici düzeyde artmasıdır. Bu süreçte kanserli akyuvar hücrelerinin fonksiyon yapabilme gücü çok azalır veya tamamen kaybolur.

➢ Löseminin en karakteristik özelliği, diğer dokulara hızla yayılmasıdır. Lösemik hücreler karaciğere, lenf bezleri gibi bölgelere yayılır.

Hipertansiyon (yüksek tansiyon) :

➢ Büyük tansiyonun 140 mmHg'dan, küçük tansiyonun 90 mmHg'dan yüksek olması durumudur. Beslenme bozuklukları, aşırı kilo, metabolizma bozuklukları, stres gibi faktörler hipertansiyona neden olabilir.

➢ **Sağlıklı bir dolaşım sistemine sahip olabilmek için yapılması gerekenlerden bazıları aşağıda verilmiştir.**

- Sigara ve alkol gibi zararlı maddeden uzak durulmalıdır.
- Her birey yaşına ve sağlık durumuna göre düzenli spor yapmalıdır.
- Dengeli beslenmeye dikkat etmeli; tuz, şeker ve trans yağlardan uzak durulmalıdır. İdeal kilo korunmalıdır.
- Tansiyon ve şeker kontrolleri düzenli olarak yapılmalıdır.
- Kandaki kolesterol miktarı düzenli olarak ölçtürülmelidir.

LENF SİSTEMİ

➢ İnsanlarda kan dolaşım sistemi dışında lenf sistemi olarak adlandırılan ikinci bir dolaşım sistemi daha bulunur. Lenf sisteminin görevleri aşağıda verilmiştir:

1. Doku sıvısının fazlasını kana geri taşıyarak ödem oluşumunu engeller.
2. İnce bağırsakta emilen gliserol ve yağ asiti gibi besin monomerlerini kana taşır.
3. Olgunlaştırdığı akyuvarları (lenfosit) kana vererek vücut savunmasında görev yapar.

➢ Lenf sistemi; lenf düğümleri, lenf sıvısı ve lenf damarları olmak üzere üç farklı kısımdan oluşur.

a. Lenf Düğümleri

➢ Lenf damarlarının birleştiği bölgelere denir. Bu düğümlerde bağışıklıkta etkili olan lenfositler üretilir. Bu yapılar zararlı mikroorganizmaları süzerek vücut savunmasında da önemli rol alır. En önemli lenf düğümleri bademcik ve dalaktır.

b. Lenf Sıvısı

➢ Lenf damarlarına giren doku sıvısı **lenf sıvısı** olarak adlandırılır. Lenf sıvısında şilomikron, yağda çözünen vitaminler (A, D, E, K), akyuvarlar, küçük kan proteinleri ve bir miktar doku sıvısı bulunur.

NOT: Lenf sıvısı alyuvar içermediği için renksizdir. Bu yüzden akkan olarak adlandırılır.

c. Lenf Damarları

➢ Lenf damarları lenf kılcalları ve lenf toplardamarlarından oluşur.

NOT: Lenf sisteminde atardamar yoktur. Bu yüzden lenf sıvısı dokulardan kalbe doğru tek yönlü olarak akar.

Örnek Sorular

54. Lenf sistemi,

I. yağların taşınması,
II. alyuvar üretimi,
III. ödem oluşumunun engellenmesi,
IV. solunum gazlarının taşınması

işlevlerinden hangileri gerçekleştirir?

A) I ve III B) I ve IV C) II ve III D) II ve IV E) III ve IV

55. Aşağıdaki yapılardan hangisi lenf sistemine ait <u>değildir</u>?

A) Bademcik
B) Kılcal damar
C) Göğüs kanalı
D) Atardamar
E) Akyuvar

56. Kandaki akyuvar sayısının aşırı artması sonucu aşağıdaki hastalıklardan hangisi oluşur?

A) Anemi
B) Kangren
C) Hipertansiyon
D) Üremi
E) Lösemi

51	C	52	E	53	B

Örnek Sorular

57. İnce bağırsaktan emilen gliserol ve yağ asitleri kalbe gelinceye kadar,

I. sol köprücük altı toplardamarı,
II. peke sarnıcı,
III. üst ana toplardamar,
IV. göğüs kanalı

yapılarından hangi sıra ile geçerler?

A) II - IV - I - III
B) IV - II - III - I
C) II - IV - III - I
D) IV - II - I - III
E) II - I - III - IV

58. İnsandaki lenf sistemiyle ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Hücreler arasında biriken sıvıyı kan dolaşımına aktarır.
B) Lenf düğümlerinde bazı akyuvarlar üretilir.
C) Oksijenin doku hücrelerine taşınmasını sağlar.
D) Vücut savunmasında işlev görür.
E) İnce bağırsaktan emilen bazı besinlerin taşınmasında işlev görür.

(2018 – AYT)

59. İnce bağırsaktan lenf kılcallarına geçen yağ molekülleri aşağıdaki damarların hangisinde kana karışır?

A) Peke sarnıcı
B) Üst ana toplardamar
C) Sol köprücük altı toplardamarı
D) Alt ana toplardamar
E) Sağ körücük altı toplardamarı

54	A	55	D	56	E
57	A	58	C	59	C

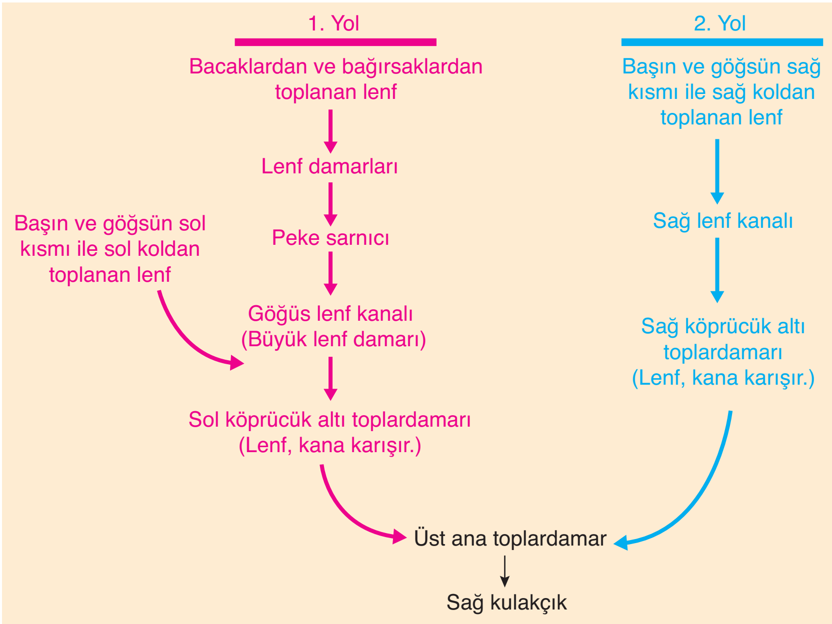
Palme Yayınevi

➢ **Lenf kılcalları** dokuların içine yayılmış, bir ucu kapalı çok ince damarlardır. Tek sıralı epitel dokudan oluşan bu damarlar lenf toplardamarlarına bağlanırlar.

➢ **Lenf toplardamarları** daha büyük çaplıdır. Lenf sıvısının toplardamarlar içindeki hareketi;

- iskelet kaslarının kasılması,
- soluk alma sırasında göğüs boşluğunda oluşan emme kuvveti,
- tek yönlü açılan kapakçıklar,
- arkadan gelen sıvının öndekini itmesi ile sağlanır.

Lenf sıvısı iki farklı yolla taşınarak kan dolaşımına katılır. **Birinci yol** göğüs lenf kanalı ile sol köprücük altı toplardamarına; **ikinci yol** sağ lenf kanalı ile sağ köprücük altı toplardamarına bağlanır.



Lenf sıvısının kan dolaşımına katılması

➢ **Lenfoma (lenf kanseri)**, Lenfomalar lenfatik yapılardaki normal hücrelerin yerinde anormal şekil ya da hızlı bölünme özellikleri olan hücrelerin ortaya çıkması neticesinde lenf düğümlerinin şişmesiyle kendini gösteren ve lenfositlerden oluşan urlardır.

➢ Lenfomanın belirtileri arasında en sık görülen boyunda, koltuk altında veya kasık bölgesinde rastlanan ağrısız şişliklerdir. Ayrıca ateş, kilo kaybı, halsizlik, yorgunluk hissi, gece terlemesi, iştahsızlık da diğer belirtiler arasındadır. Her lenfoma hastası için tedavi kendine özgü olup hastalığın evresine, hücre tipine, hastanın yaşına, hastanın tedaviyi kaldırıp kaldırmayacağına ve lenfoma tipinin hızlı ya da yavaş seyirli oluşuna göre değişmektedir.

DERS NOTLARI

DERS NOTLARI

1. TEST

1. **İnsanlara ait olan atardamar ve toplardamarların duvarında,**

I. kas doku,

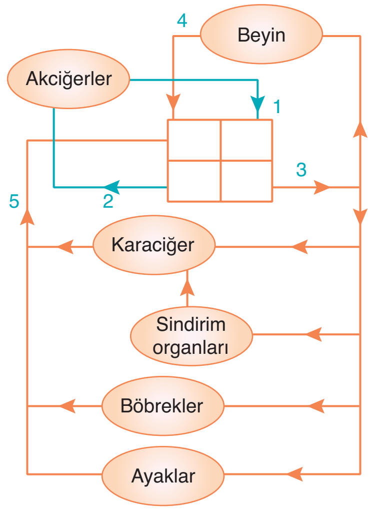
II. bağ doku,

III. epitel hücre

yapılarından hangileri ortak olarak bulunur?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

2 Aşağıda bir insana ait büyük ve küçük kan dolaşımına ait bazı damarlar numaralandırılarak verilmiştir.



Bu damarlarla ilgili aşağıdaki eşleştirmelerden hangileri doğrudur?

A) 1 ⟶ Akciğer atardamarı

B) 2 ⟶ Akciğer toplardamarı

C) 3 ⟶ Aort atardamarı

D) 4 ⟶ Alt ana toplardamar

E) 5 ⟶ Üst ana toplardamar

3. **İnsanlardaki dolaşım sistemi ile ilgili,**

I. Kalbi dört odacıklıdır.

II. Vücudunda oksijence zengin ve fakir kan ayrı ayrı dolaşır.

III. Kalbinin sağ kulakçık ve karıncığında oksijence fakir kan bulunur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

4. **Böbrek hücrelerinde oluşan karbon dioksit molekülleri alveol kılcallarına ulaşıncaya kadar kalbe ait olan,**

I. sol kulakçık,

II. sağ kulakçık,

III. sağ karıncık,

IV. sol karıncık

bölümlerinden hangilerine uğramaz?

A) I ve II B) I ve III C) I ve IV D) II ve III E) II ve IV

5. **İnsan kalbine ait,**

bölmeleri arasında bulunan kapakçık çeşitleri aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

	I	II	III
A)	Biküspit	Triküspit	Yarım ay
B)	Triküspit	Yarım ay	Biküspit
C)	Yarım ay	Biküspit	Triküspit
D)	Triküspit	Biküspit	Yarım ay
E)	Biküspit	Yarım ay	Triküspit

6. **Sağlıklı bir insana ait kan plazmasında aşağıdaki moleküllerden hangisi bulunmaz?**

A) Amonyak B) Amino asit C) Lipaz D) Tiroksin E) Oksijen

7. **Sağlıklı bir insana ait olan aşağıdaki damar çiftlerinden hangisindeki kanın yoğunluğu yaklaşık olarak eşittir?**

A) Böbrek toplardamarı – Karaciğer atardamarı

B) Aort – Üst ana toplardamar

C) Akciğer atardamarı – Böbrek atardamarı

D) Şah damarı – Aort

E) Akciğer toplardamarı – Kapı toplardamarı

8. **Kanda bulunan yapılar ile ilgili,**

I. Alyuvarlar solunum gazlarının taşınımında görev alır.
II. Kandaki akyuvar hücrelerinde çekirdek ve mitokondri bulunmaz.
III. Trombositler kanın pıhtılaşma reaksiyonlarını başlatır.
IV. Akyuvarlar damar dışına çıkabilirken, alyuvarlar damar dışına çıkamaz.

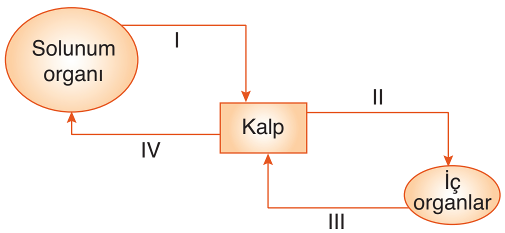
ifadelerinden hangileri doğru değildir?

A) Yalnız II B) Yalnız IV C) I ve II
D) II ve III E) III ve IV

9. **İnsan vücudunda gerçekleşebilecek olan aşağıdaki değişimlerden hangisi ödem oluşumuna neden olmaz?**

A) Kılcal damardaki kan basıncının artması
B) Kan proteinlerinin miktarının azalması
C) Doku sıvısının lenf sistemi tarafından dolaşım sistemine taşınması
D) Dokular arası sıvının ozmotik basıncının artması
E) Kandan doku sıvısına geçen madde miktarının normalin üzerine çıkması

10. Aşağıda insanlardaki dolaşım sistemine ait bir bölümün şeması verilmiştir.



Numaralandırılmış damarlardan hangilerinde oksijence fakir kan bulunur?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III
D) II ve IV E) III ve IV

11. **Kanın pıhtılaşma sürecinde,**

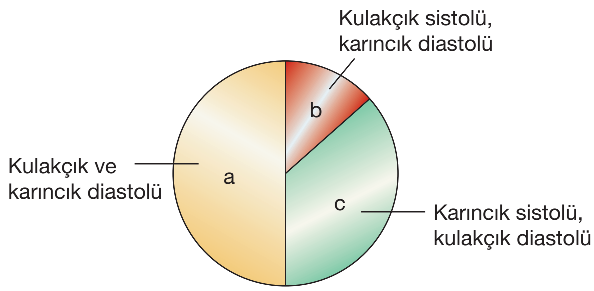
I. fibrin iplikçiklerinin oluşması,
II. protrombin molekülünün aktif bir molekül olan trombine dönüşmesi,
III. trombosit ve hasar gören dokulardan pıhtılaşmayı başlatan proteinler salgılanması

olayları hangi sıra ile gerçekleşir?

A) I - II - III B) II - III - I C) II - I - III
D) III - I - II E) III - II - I

Palme Yayınevi

12. Aşağıda kalp döngüsünün evreleri verilmiştir.



Bu evrelerle ilgili,

I. a evresinde toplardamarlar ile kalbe dönen kan kulakçıklara ve karıncıklara dolar.
II. b evresinde kulakçıklarda kalan kan karıncıklara dolar.
III. c evresinde karıncıklardaki kan kulakçıklara döner.

yargılarından hangileri yanlıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

13. **Sol karıncıktan çıkan kan sağ kulakçığa dönene kadar aşağıdaki damardan hangisine uğramaz?**

A) Şah damarı
B) Karaciğer kılcal damarı
C) Böbrek atardamarı
D) Akciğer toplardamarı
E) Alt ana toplardamar

14. **Büyük kan dolaşımı ile ilgili,**

I. Toplardamarlarındaki karbon dioksit derişimi atardamarlarından yüksektir.
II. Kalbin sol karıncığında başlayıp sağ kulakçığında biter.
III. Oksijence zengin kanı kalpten iç organlara doğru taşır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

1. E	2. C	3. E	4. C	5. B	6. C	7. D	8. A	9. C	10. E	11. E	12. C	13. D	14. E

2. TEST

1. **İnsanın dolaşım sistemine ait olan,**

I. aort atardamarı,
II. karaciğer atardamarı,
III. akciğer atardamarı

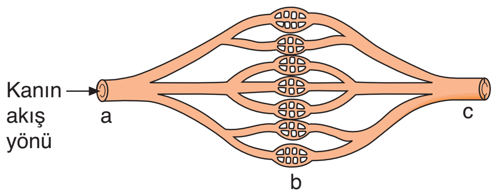
yapılarında bulunan oksijen miktarının çoktan aza doğru sıralanışı aşağıdakilerin hangisinde verilmiştir?

A) I - II - III B) I - III - II C) II - III - I D) III - I - II E) III - II - I

2. **Aşağıdaki organlardan hangisi hem atardamardan hem de toplardamardan kan alır?**

A) Böbrek B) Akciğer C) Karaciğer D) Beyin E) Mide

3.



Küçük kan dolaşımına ait yukarıdaki damarlarla ilgili,

I. a'daki oksijen miktarı c'den çoktur.
II. b damarından geçmekte olan kanın alyuvar miktarı değişmez.
III. a, b ve c damarlarında epitel, kas ve bağ doku ortak olarak bulunur.
IV. b damarının kan basıncı c damarından çoktur.

ifadelerinde hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III D) II ve IV E) II, III ve IV

4. **Sağlıklı bir insana ait,**

I. atardamar,
II. toplardamar,
III. kılcal damar

yapılarındaki kanın akış hızının çoktan aza doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

A) I - II - III B) I - III - II C) II - I - III D) II - III - I E) III - II - I

5. **İnsan kalbine ait olan,**

I. sol kulakçık,
II. sol karıncık,
III. sağ kulakçık,
IV. sağ karıncık

bölmelerinin bağlantılı oldukları damarlarla ilgili aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

	Aort	Akciğer atardamarı	Alt ana toplardamar	Akciğer toplardamarı
A)	I	IV	III	II
B)	II	IV	III	I
C)	III	I	IV	II
D)	II	III	IV	I
E)	IV	II	I	III

Palme Yayınevi

6. **Büyük kan dolaşımına ait olan bir doku kılcalı ile ilgili,**

I. Atardamar ucundaki kan basıncı, kanın ozmotik basıncından fazladır.
II. Toplardamar ucunda doku sıvısındaki atık maddeler kana girer.
III. Atardamar ucundan toplardamar ucuna doğru gidildikçe kan basıncı azalırken, kanın ozmotik basıncı değişmez.
IV. Atardamar ucunda kandan madde çıkışı gerçekleşir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve II B) III ve IV C) I, III ve IV D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

7. **Aort atardamarında bulunan bir alyuvar hücresinin karaciğere gidip tekrar aynı bölgeye gelmesi sürecinde,**

I. sağ karıncık,
II. akciğer toplardamarı,
III. sol kulakçık

yapılarından hangi sıra ile geçer?

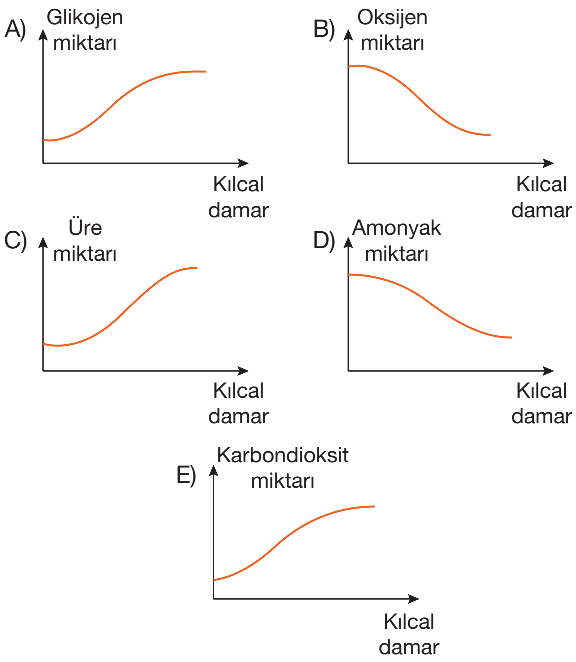
A) I - II - III B) I - III - II C) II - I - III D) II - III - I E) III - I - II

8. **Aşağıdaki hastalıklardan hangisi dolaşım sistemi ile ilgili değildir?**

A) Lösemi B) Yüksek tansiyon C) Tetani

D) Kangren E) Lenfoma

9. **Karaciğer kılcallarından geçmekte olan kanla ilgili aşağıdaki grafiklerden hangisi çizilemez?**



10. **Karaciğerle bağlantılı olan damarlarda,**

I. karaciğer atardamarındaki CO_2 miktarı > karaciğer toplardamarındaki CO_2 miktarı,

II. karaciğer toplardamarındaki glikoz miktarı > kapı toplardamarındaki glikoz miktarı,

III. kapı toplardamarındaki üre miktarı > karaciğer toplardamarındaki üre miktarı

durumlarından hangileri görülmez?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) II ve III

11. **İnce bağırsaktan emilen glikoz moleküllerinin beyin hücrelerine ulaşana kadar ilk ve son olarak geçtiği damarlar aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?**

A) Kapı toplardamarı – Şah damarı

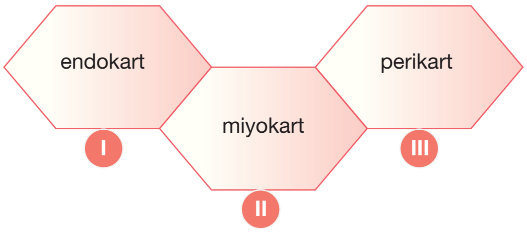
B) Karaciğer atardamarı – Aort

C) Karaciğer toplardamarı – Şah damarı

D) Kapı toplardamarı – Üst ana toplardamar

E) Karaciğer toplardamarı – Aort

12. **Kalbe ait olan,**



tabakalarından hangilerinde kalp kası ve kalbi besleyen damar olan koroner damar bulunur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

13. **İnce bağırsaktan emilen gliserol ve yağ asitleri kalbe ulaşana kadar aşağıdaki yapılardan hangisinden geçmezler?**

A) Sağ köprücük altı toplardamarı

B) Peke sarnıcı

C) Üst ana toplardamar

D) Lenf kılcalları

E) Göğüs kanalı

14. **Kanın protein ozmotik basıncı normalin üzerinde olan bir bireyde,**

I. doku sıvısı miktarının artması,

II. kılcalın atardamar ucundan madde çıkışının azalması,

III. lenf damarları ile taşınan sıvı miktarının azalması,

IV. kılcalın toplar ucundan kana dönen madde miktarının artması

durumlarından hangilerinin ortaya çıkması beklenmez?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) III ve IV E) I, II ve III

1. A	2. C	3. D	4. A	5. B	6. E	7. A	8. C	9. A	10. D	11. A	12. B	13. A	14. A

Vücudun Savunulması ve Bağışıklık

14. Ünite

Örnek Sorular

1. Doğal bağışıklık ile ilgili,

I. Enfeksiyon durumunda aktifleşir.

II. Kazanılmış bağışıklık için temel oluşturur.

III. Özgül olmayan tepkiler oluşturur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

2. Savunma sistemimize ait olan,

I. lenfosit,

II. fagositik hücreler,

III. doğal katil hücreler

yapılarından hangileri belirli bir mikrobu diğerinden ayırt ederek tepki verir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

3. Aşağıdaki yapılardan hangisi savunmanın birinci hattına ait değildir?

A) Mukus salgısı

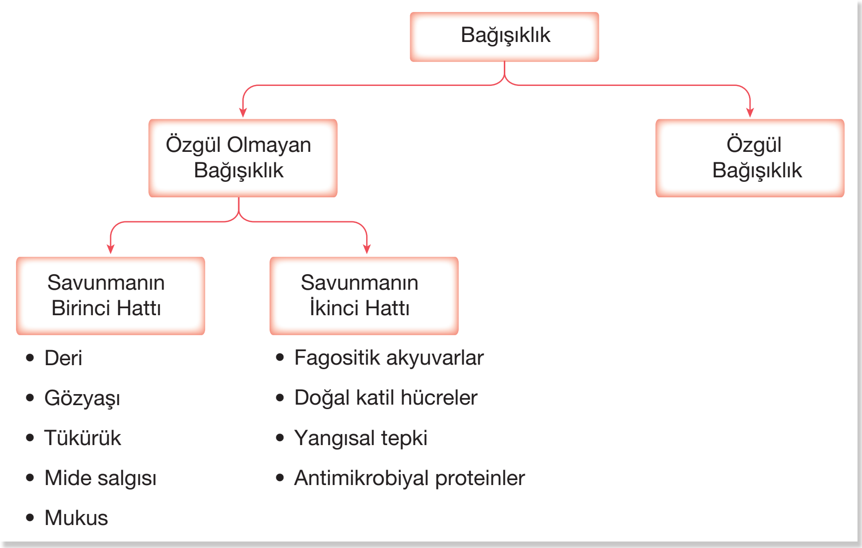
B) Mide özsuyu

C) Yangısal tepki

D) Deri

E) Gözyaşı

- İnsanların su, hava ve besin yoluyla vücutlarına giren virüs, bakteri ve diğer patojenlerden korunması gerekir. Patojenik organizmaların insan vücuduna girerek çoğalmalarına **enfeksiyon** denir.
- Vücudumuzun enfeksiyonlara karşı gösterdiği tepkilere ise **bağışıklık** (immunity) adı verilir. Bağışıklığın oluşmasını sağlayan yapı ve organların tamamına ise **bağışıklık sistemi** denir.
- Vücudumuz hastalık yapıcı organizmalara karşı iki türlü bağışıklık gösterir. Bunlar **doğal (özgül olmayan) bağışıklık** ve **kazanılmış (özgül) bağışıklıktır**.



Bağışıklık Çeşitleri

A. ÖZGÜL OLMAYAN BAĞIŞIKLIK (DOĞAL BAĞIŞIKLIK)

- Canlının genetik özellikleri nedeniyle doğuştan sahip olduğu bağışıklıktır. Doğal bağışıklığın aktif hale geçmesi için daha önceden patojenle karşılaşıp karşılaşmamanın bir önemi yoktur.
- Bir enfeksiyon durumunda hemen aktif hale geçip patojenin vücuda girmesini engellemeye çalışır ya da patojeni yok eder. Ayrıca ileride oluşacak olan kazanılmış bağışıklık savunması için de bir temel oluşturur.
- Doğal bağışıklık savunma engelleri ve iç savunmalar olmak üzere iki ana gruba ayrılır.

Not: Doğal bağışıklık, özgül olmayan bir savunma mekanizmasıdır. Başka bir ifadeyle, hastalık yapıcı bir etkeni diğerinden ayırt edemez.

1. Savunmanın Birinci Hattı (Savunma Engelleri)

- Hastalık etkenlerinin vücuda girişini engeller. Ayrıca vücut yüzeyindeki bazı mikropları parçalayarak etkisiz hale getirir.
- Deri, mide, tükürük, gözyaşı ve mukus gibi yapı ya da salgılar savunma engellerine örnek olarak verilebilir.
  - Derideki keratin tabaka ve pH değerinin düşük olması mikropların vücudumuza girişini engeller.

- Beslenme yoluyla vücuda giren mikropların çoğu midenin asit salgısı ve enzimleri ile yok edilir.
- Tükürük, gözyaşı ve müköz salgılardaki lizozim salgısı mikropları parçalar.
- Solunum yoluyla vücuda giren mikroplar, mukusa yapışarak dışarı atılır.

2. Savunmanın İkinci Hattı (İç Savunmalar)

➢ Vücut yüzeyinde bulunan savunma engellerini aşan mikroplar, vücudun iç kısmında bulunan bir savunma hattı ile karşılaşırlar. Bu hat, savunma engellerini aşan mikroplara ayırım göstermeksizin saldıran yapılardan oluşur.

➢ İç savunma hattında fagositik akyuvarlar, doğal katil hücreler, antimikrobiyal proteinler ve yangısal tepki (iltihaplanma) bulunur.

a. Fagositik Akyuvarlar

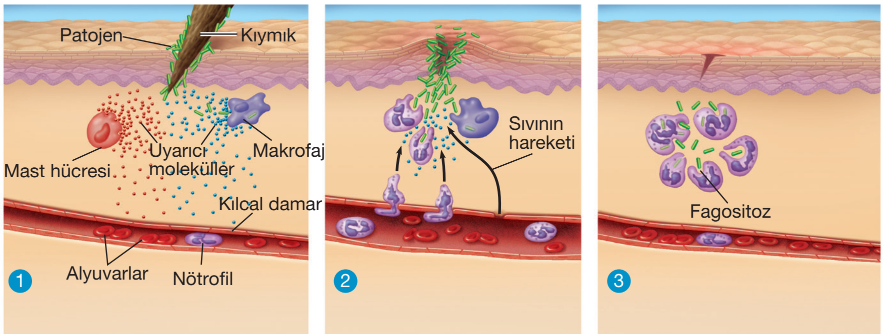
➢ Fagositik akyuvarlar fagositoz ile yuttukları mikropları hücre içindeki lizozom organeli ile parçalarlar. İnsan vücudunda, fagositoz yapan iki ana tip hücre vardır. Bunlar nötrofil ve makrofajlardır. Sayıları oldukça az olan eozinofiller solucan gibi büyük parazitler ile karşılaşınca, hidroliz edici enzim salgılarlar.

b. Doğal Katil Hücreler

➢ Fagositoz yapmazlar. Bu hücreler salgıladıkları kimyasallar ile virüs bulaşmış ya da kanserleşmiş hücreleri yok ederler. Böylece virüslerin ya da kanserin vücut içindeki yayılımını engellerler.

c. Yangısal Tepki (İltihaplanma)

➢ Bir dokuya mikroorganizmaların girmesi ya da dokunun fiziksel zarar (kesik gibi) görmesi durumunda ortaya çıkar. Aşağıda bu olay basamaklar halinde gösterilmiştir.



1. Yaralanma bölgesinde, mast hücreleri ve makrofajlar tarafından uyarıcı moleküller salgılanır. Bu uyarıcılar çevredeki damarların genişlemesine yol açar.
2. Kılcal damarlar genişler. Kanda bulunan fagositik nötrofiller ve antimikrobiyal proteinler kılcal damardan çıkarak yaralı bölgeye geçer. (İlgili bölge şişer ve kızarır.)
3. Makrofaj ve nötrofiller, bölgedeki patojenleri ve hücre kalıntılarını sindirirler ve doku iyileşir. Yangı bölgesinde toplanan akyuvarlar, ölmüş bakteri hücreleri ve hasar görmüş doku hücreleri birlikte **irin** denilen sıvıyı oluşturur.

Örnek Sorular

4. Savunmanın birinci hattı ile ilgili,

I. Özgül olmayan bağışıklık sağlar.
II. Zararlı mikroorganizmaların vücuda girmesini engellemeye çalışır.
III. Fagositik akyuvarın mikropları parçalaması ile gerçekleşir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

5. Aşağıdaki yapılardan hangisi vücuda giren bir mikroorganizmaya karşı özgül bağışıklık sağlar?

A) Yangı tepkisi
B) Lizozim salgısı
C) Doğal katil hücreler
D) Lenfositler
E) Antimikrobiyal proteinler

6. Vücut savumasına ait birinci ve ikinci hatlar için,

I. belirli bir mikroba özgül olmama,
II. doğal bağışıklık çeşitleri olma,
III. genetik olarak bir nesilden diğerine aktarılma

özelliklerinden hangileri ortaktır?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

1	E	2	A	3	C

Örnek Sorular

7. Virüslere karşı üretilen interferonlar ile ilgili,

I. Peptit bağı içerirler.

II. Özgül bağışıklık sağlarlar.

III. Savunmanın ikinci hattında görev yaparlar.

IV. Virüslerin yayılmasını engellerler.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) III ve IV C) I, II ve IV D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

8. Bir insanın sahip olduğu,

I. deri,

II. fagositik akyuvar,

III. lenfosit

yapıları patojenik bir organizmaya karşı hangi sıra ile görev yapar?

A) I - II - III B) I - III - II C) II - I - III D) III - I - II E) III - II - I

9. Yangısal tepki sırasında aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşmez?

A) Nötrofillerin patojenleri parçalaması

B) Yaralı bölgeye kan akışının hızlanması

C) Makrofajların antikor üretmesi

D) Pıhtılaşma tepkimelerinin gerçekleşmesi

E) Yaralı bölgede kızartı ve ödem oluşumu

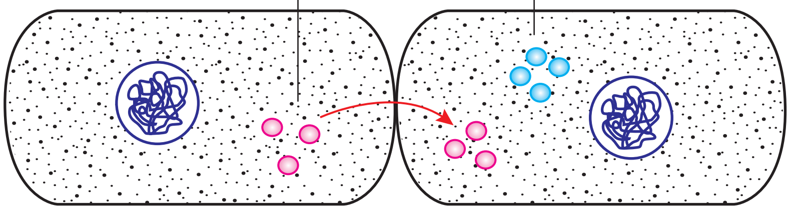
4	B	5	D	6	E

Not: Bazı bakteri enfeksiyonları tüm vücudu etkileyen bir yangısal tepkiye neden olabilir. Septik şok olarak adlandırılan bu durum, vücut sıcaklığının aşırı artması, kan basıncının düşmesi, kılcal damarlardaki kan akışının yavaşlaması gibi belirtilere sahip olup ölümcül olabilir.

d. Antimikrobiyal Proteinler

➢ İnterferonlar, virüs enfeksiyonlarına karşı koyarak doğal savunma sağlayan proteinlerdir.

➢ İnterferonların etki mekanizması aşağıda şematize edilmiştir :



- Virüsle enfekte olmuş A hücresi, ürettiği interferonları komşu hücreye salgılar.
- İnterferonlar tarafından uyarılan B hücresi virüslerin çoğalmasını engelleyen başka kimyasal maddelerin (antiviral proteinler) üretilmesini sağlar.
- Böylece virüslerin hücreden hücreye yayılması engellenir. Aynı zamanda interferonlar fagositoz yapan hücreleri uyararak mikroorganizmaların fagositoz ile yok edilmesini sağlar.

Not: İnterferonlar belirli bir virüs türüne özgü değildir. Bir virüse karşı üretilen interferonlar, başka virüs çeşitlerine de etki edebilir.

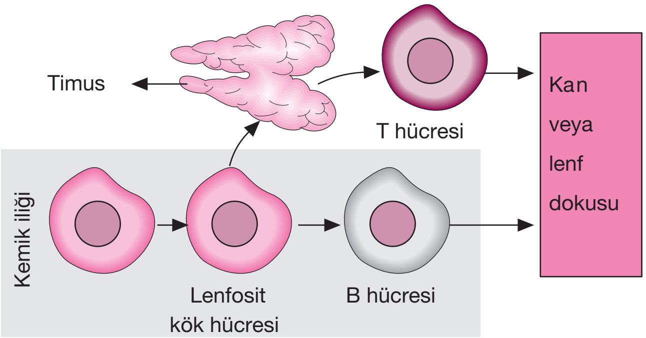
➢ Vücut savunmasında enfeksiyona karşı diğer bir tepki de ateşin yükselmesidir. Vücut sıcaklığımızın 39°C'ye kadar yükselmesi mikropların üremelerini durdurduğu gibi fagositoz olayını da hızlandırır.

B. KAZANILMIŞ BAĞIŞIKLIK (ÖZGÜL SAVUNMA MEKANİZMALARI)

➢ Doğal bağışıklıktan hemen sonra eğer tehlike devam ediyorsa, kazanılmış bağışıklık devreye girer. Bu iki sistem birlikte çalışır. Doğal bağışıklıktan farklı olarak, kazanılmış bağışıklık mikroba özgü tepkiler verilmesini sağlar. Kazanılmış bağışıklıkta **B lenfositleri** ve **T lenfositleri** olmak üzere iki çeşit akyuvar görev yapar.

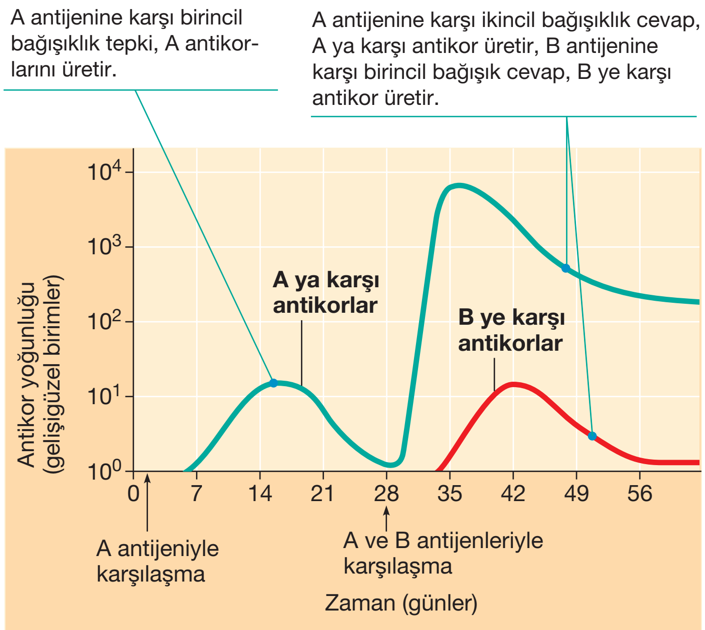
➢ B lenfositleri ve T lenfositleri kemik iliğindeki kök hücrelerin farklılaşması ile oluşur. Kökenleri aynı olan bu hücreler olgunlaştıkları yere göre adlandırılır.

- B lenfositleri fetüs döneminde karaciğerde, doğumdan sonra kırmızı kemik iliğinde olgunlaşır.
- T lenfositleri timus bezinde olgunlaşır.



Lenfositlerin gelişimi

- Vücuda girdiğinde yabancı olarak kabul edilen ve antikor oluşumuna sebep olan tüm moleküllere **antijen** denir. Virüslere, bakterilere, mantarlara, protozoalara ve parazit solucanlara ait moleküller antijendir. Polen ve nakledilmiş dokuların yüzeyinde de antijenler bulunabilir.
- Vücudumuza antijenlerin girmesi B ve T lenfositlerini uyararak çoğalmalarına neden olur. Antijenle karşılaşan lenfositlerin bir kısmı antijenle savaşan kısa ömürlü hücrelere, bir kısım ise antijeni tanıyan uzun ömürlü hafıza (bellek) hücrelerine dönüşür. Bu olaya **birincil bağışıklık** denir.
- Aynı antijen bir süre sonra tekrar vücuda girdiğinde hafıza hücreleri, daha çok ve daha uzun süre kanda kalan antikorlar üretir. Buna da **ikincil bağışıklık** denir.



Birincil ve İkincil Bağışıklık

- Bağışıklık sistemi antijenlere karşı humoral bağışıklık ve hücresel bağışıklık olmak üzere iki çeşit tepki gösterir.

a. Humoral (Sıvısal) Bağışıklık

- B lenfositleri tarafından üretilen antikorlar ile sağlanır. Bu antikorlar vücut humorları (sıvıları) olan kan ve lenfte bulunurlar. Antijenle karşılaşan B lenfositlerinin bir kısmı plazma hücrelerine dönüşüp antikor üretirken, bir kısmı da hafıza hücrelerine dönüşür.

Örnek Sorular

10. Lenfositler ile ilgili,

I. Olgunlaştıkları bölgeye göre adlandırılırlar.
II. Antijene özgü antikor üretirler.
III. Birinci ve ikinci hattı geçen patojenleri hedef alırlar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

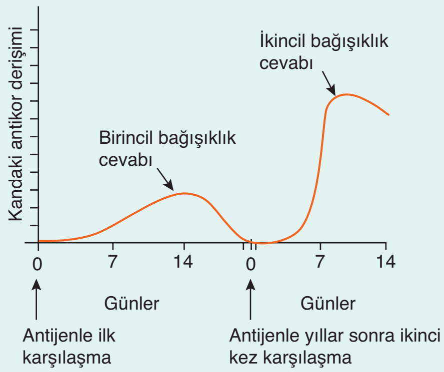
11. A antijeni ile ilk, B antijeni ile üçüncü kez karşılaşan bir bireyle ilgili,

I. A antijenine karşı birincil bağışıklık oluşur.
II. B antijenine karşı antikor oluşumu daha hızlı gerçekleşir.
III. A antijenine karşı üretilen antikorlar kanda daha uzun süre kalır.

yorumlarından hangileri <u>yapılamaz</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

12. Aşağıdaki grafik bir hastalık etkeniyle ilk kez ve yıllar sonra ikinci kez karşılaşan bir insanın, kanındaki antikor derişimini göstermektedir.



Aşağıdaki hücre gruplarından hangisinin bağışıklık belleği oluşturması, grafikteki gibi ikincil bağışıklık cevabının oluşmasını sağlar?

A) Makrofajlar B) Bazofiller C) Nötrofiller D) Eozinofiller E) B lenfositler

(2011 – LYS)

7	D	8	A	9	C

Örnek Sorular

13. **Humoral bağışıklıkla ilgili,**

I. T lenfositleri tarafından sağlanır.

II. Plazma hücreleri antikor salgılar.

III. Bellek hücreleri mikropla ilgili bilgiyi hafızasında tutar.

yargılarından hangileri doğru değildir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

14. **Aşağıdakilerden hangisi antikorların özelliklerinden biri değildir?**

A) Antijenleri fagosite etme

B) Protein yapısında olma

C) Antijenle karşılaştığında oluşma

D) Antijene özgü olma

E) B hücreleri tarafından üretilme

(2010 – LYS)

15. **Hücresel bağışıklıkta görev alan T lenfositleri ile ilgili,**

I. Timus bezinde olgunlaşarak kana geçerler.

II. Antijenlere özgü antikorlar üretirler.

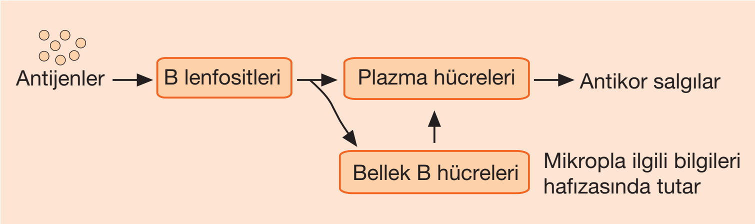
III. Hedef hücrelerin yüzeylerindeki antijenlere bağlanırlar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

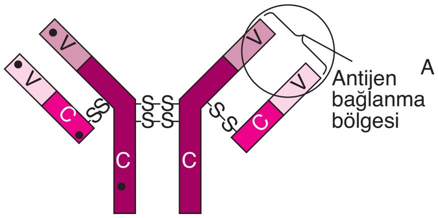
A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

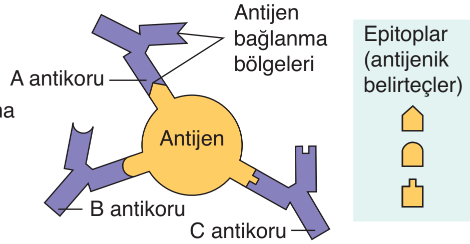
10	E	11	C	12	E



➢ Antijene özgü olan antikorlar molekül olarak Y harfine benzerler. Antikorun iki kolunda bulunan uç noktalar, antijenle anahtarın kilide uyması gibi özgün olarak bağlanır ve onları etkisiz hale getirir.



Bir antikorun temel yapısı



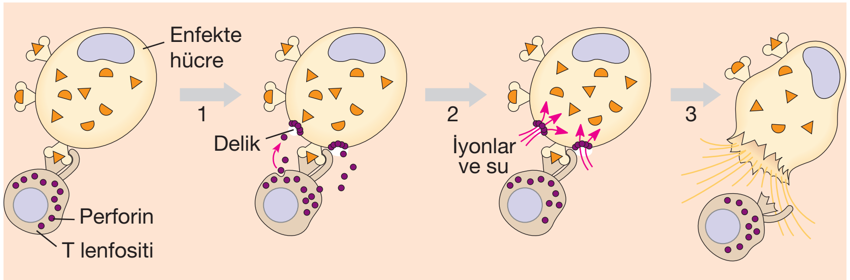
Antikorların antijenlere bağlanması

Not: Bir antikor sadece bir çeşit antijene bağlanabilir.

➢ Antikorlar antijenleri fagosite etmez. Bu moleküller mikropların yüzeylerinde bulunan antijenlere bağlanarak, onları etkisiz hale getirir veya mikropların kümelenmesine (çökelmesine) neden olur. Bu durum, mikropların makrofaj gibi fagositik hücreler tarafından parçalanmasını hızlandırır.

b. Hücresel Bağışıklık

➢ Hücresel bağışıklıkta T lenfositleri görev yapar. Aşağıda T lenfositlerinin etki mekanizması özetlenmiştir.



1. T lenfositleri hedef hücrelerin yüzeyindeki antijenlere doğrudan bağlanarak perforin olarak adlandırılan molekülleri salgılar.
2. Perforin moleküllerinin etkisiyle hedef hücre üzerinde delikler oluşur.
3. Su ve iyonlar bu deliklerden girerek hedef hücrenin patlamasına (liziz) neden olur.

Not: T lenfositleri bakteri ve virüslerle enfekte olmuş vücut hücreleri, parazitler ve mantarlar üzerinde etkilidir. Doku aktarımı ve kanser gibi ''kendinden olmayanlara'' karşı tepkide de görev yaparlar.

AKTİF VE PASİF BAĞIŞIKLIK

Kazanılmış bağışıklık, aktif bağışıklık ve pasif bağışıklık olmak üzere ikiye ayrılır.

Kazanılmış Bağışıklık
• Sonradan kazanılır.

- **Aktif bağışıklık**
  • Birey antikoru kendi üretir.
  - **Doğal yolla**
    • Hastalığı geçirme
  - **Yapay yolla**
    • Aşı
- **Pasif bağışıklık**
  • Birey antikoru hazır alır.
  - **Doğal yolla**
    • Plasenta ve anne sütü ile
  - **Yapay yolla**
    • Serum

1. Aktif bağışıklık: Vücudun kendi ürettiği antikorlar ile bağışıklık kazanmasıdır. Aktif bağışıklık, hastalığı geçirme ve aşılama ile kazanılabilir.

a. Hastalığı Geçirme:

➢ Su çiçeği, kızamık ve kabakulak gibi hastalıkları genellikle bir kez geçiririz. Bunun nedeni bu hastalıklar sırasında bazı lenfositler **bellek hücre**lere dönüşür. Bu hücreler antijenle ikinci kez karşılaşıldığında hızlı bir biçimde antikor üreterek hastalığa tekrar yakalanmamızı engeller.

b. Aşı :

➢ Sağlıklı bireylere uygulanır. Koruyucu bir yöntemdir. Uygulandığı bireyde yapay yolla aktif bağışıklık sağlar.

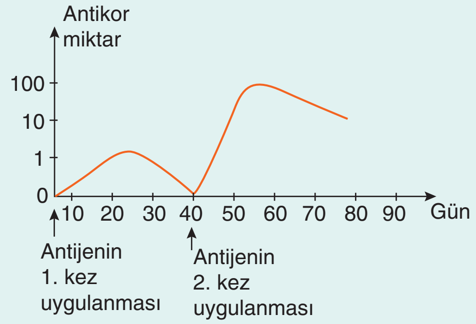
➢ Aşağıda bu uygulamanın basamakları verilmiştir:

- Sağlıklı insana aşı yapılarak zayıflatılmış hastalık etkeni (antijen) enjekte edilir.
- Vücuttaki lenfositlerden bir kısmı verilen antijeni tanıyan ve yok eden antikorlar üretir.
- Lenfositlerin bir kısmı hastalık etkenini tanıyarak hızla antikor üretecek olan hafıza hücrelerine dönüşür.
- Aşılanan kişi daha sonra aynı hastalık etkeni ile karşılaştığında vücudu hızla antikor üretir ve hastalık etkenini etkisiz hale getirir.

2. Pasif bağışıklık: Antikorların bir bireyden diğerine aktarılması sonucu sağlanır. Pasif bağışıklık, doğal (anne sütü ve plasenta ile) ya da yapay (serum) yolla kazanılabilir.

Örnek Sorular

16. Bir bireye belirli bir hastalığa karşı direnç kazandırmak için iki ayrı zamanda aşı yapılarak bu hastalıkla ilgili antijen verilmiştir. Aşağıdaki grafik, bu bireyin kanında bulunan antikor miktarının, antijenin 1. ve 2. kez uygulanmasına bağlı olarak değişimini göstermektedir.



Bu grafiğe dayanarak aşağıdaki yargılardan hangisine varılamaz?

A) Antijenin 2. kez uygulanmasında vücuda verilen antijen miktarı daha fazladır.

B) Vücudun, uygulanan antijeni tanıması için belirli bir sürenin geçmesi gerekir.

C) Antijenin 1. kez uygulanmasından sonra oluşan antikor miktarı, belirli bir süreden sonra azalmaya başlar.

D) Antikor oluşumu, antijenin 2. kez uygulanmasında, 1. kez uygulanmasındakine göre daha kısa süre sonra gerçekleşir.

E) Antijenin 2. kez uygulanmasıyla kazanılan direnç, 1. kez uygulanmasıyla kazanılandan daha güçlü ve daha kalıcıdır.

(2002 – ÖSS)

17. Bir insana,

I. kızamık aşısı yapıldıktan bir süre sonra kızamık etkeninin verilmesi,

II. suçiçeği hastalığı geçirmeden suçiçeği etkeninin verilmesi,

III. kabakulak hastalığı geçirdikten sonra kabakulak etkeninin verilmesi

uygulamalarından hangilerinin sonucunda o insanın hastalanması beklenir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

(2008 – ÖSS Fen-1)

13	A	14	A	15	C

Örnek Sorular

18. I. Aktif bağışıklık sağlar.
II. Bireye hazır antikor verilir.
III. Pasif bağışıklık sağlar.
IV. Bireye antijen enjekte edilir.

Yukarıdaki özelliklerden aşıya (X) ve seruma (Y) ait olanlar aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	X	Y
A)	I ve II	III ve IV
B)	II ve III	I ve IV
C)	III ve IV	I ve II
D)	I ve IV	II ve III
E)	I ve III	II ve IV

19. Bir kasabada, 1940 yılında meydana gelen kızamık salgınından 50 yıl sonra bir kızamık salgını daha meydana gelmiştir. Birinci salgında hastalığı geçirip hâlâ yaşayanlar (M) ve aşılanmış kişiler (N) ikinci salgında hastalığa yakalanmamışlardır.

Buna göre, M ve N gruplarının ikinci salgına karşı gösterdiği bağışıklık tipleri aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

	M	N
A)	Aktif bağışıklık	Aktif bağışıklık
B)	Doğal bağışıklık	Doğal bağışıklık
C)	Aktif bağışıklık	Pasif bağışıklık
D)	Pasif bağışıklık	Doğal bağışıklık
E)	Pasif bağışıklık	Pasif bağışıklık

(2016 – LYS)

20. **Aşağıdakilerden hangisi doğal yolla aktif bağışıklık sağlar?**

A) Hastalığı geçirme
B) Anne sütü
C) Aşı olma
D) Vücut sıcaklığının yükselmesi
E) Serum

16	A	17	B

Palme Yayınevi

a. **Serum:**

➢ Hasta bireylere uygulanır. Tedavi edici bir yöntemdir.

➢ Uygulandığı bireyde yapay yolla pasif bağışıklık sağlar.

➢ Serum eldesi içi at ve sığır gibi hayvanlar kullanılır.

Bu uygulamanın basamakları aşağıda verilmiştir:

- Zayıflatılmış hastalık etkeni ata enjekte edilir (aşı yapılır).
- Atın kanında ilgili mikroba özgü antikorlar oluşur.
- Attan alınan kan santrifüj edilerek ayrıştırılır ve antikor içeren serum elde edilir.
- Hasta olmuş olan bir bireye serum verilir.
- Serum içindeki antikorlar hastalık etkenini yok eder ve pasif bağışıklık kazanmış olan hasta iyileşir.

➢ Aşağıdaki tabloda aşı ve serumun genel özellikleri karşılaştırılmıştır:

Aşı	Serum
• Sağlıklı bireylere uygulanır.	• Hastalanmış bireylere verilir.
• Yapay yolla aktif bağışıklık sağlar.	• Yapay yolla pasif bağışıklık sağlar.
• Bireye antijen enjekte edilir.	• Bireye hazır antikor verilir.
• Genelde uzun süreli bağışıklık sağlar.	• Kısa süreli bağışıklık sağlar.

b. Hamilelik sırasında plasenta aracılığıyla anneden bebeğe geçen IgG antikorları ile anne sütü aracılığı ile bebeğe geçen IgA antikorları, bebekte doğal yolla pasif bağışıklık sağlar.

VİRAL HASTALIKLAR

➢ AIDS, Kırım - Kongo kanamalı ateşi ve grip virüslerin neden olduğu hastalıklardan bazılarıdır.

AIDS :

➢ HIV insanlarda AIDS hastalığına neden olan bir virüstür. Bu virüs T lenfositlerini etkileyerek çalışmalarını baskılar. Bu nedenle AIDS hastalarının enfeksiyonlara ve kansere karşı olan duyarlılıkları artar.

➢ HIV virüsü vücuda kanla, üreme organlarının salgılarıyla ve anneden bebeğe plasenta yoluyla ya da anne sütüyle geçebilir.

➢ HIV virüsü bağışıklık sistemini etkisiz hale getirir. Bu nedenle normalde hastalık yapmayan organizmalarda hastalık yapabilir. Bu virüs çok hızlı mutasyona uğradığından aşısı geliştirilememiştir. Ancak tedavi yöntemleri ile hastaların daha uzun süre yaşamaları sağlanabilir.

Kırım Kongo Kanamalı Ateşi

- Nairovirüs insanlarda Kırım-Kongo kanamalı ateşine sebep olur. Bu virüs bağışıklık sistemine ve damar hücrelerine zarar verir, azaltır. Pıhtılaşmayı sağlayan trombosit sayısını azalttığından ölümle sonuçlanabilen kanamalara neden olur.

Grip

- Bazı virüslerin neden olduğu bir üst solunum yolu hastalığıdır. Halsizlik, yüksek ateş ve eklem ağrıları gibi belirtileri vardır. Grip virüsü bir RNA virüsü olup çok sık mutasyona uğramaktadır. Bu nedenle her yıl yeni bir aşı üretilmektedir. Grip olan bireyler yaklaşık bir hafta içinde iyileşirler. İyice dinlenmek ve bol sıvı tüketimi bu süreyi kısaltır.

NOT: Grip gibi viral enfeksiyonlarda antibiyotik kullanımı olumlu sonuç vermez. Çünkü antibiyotikler bakteri gibi enzim sistemleri olan canlılarda etkinlik gösterir.

- Grip insandan insana temas, öpüşme ve öksürük gibi yöntemlerle geçer. Bu nedenle hasta olan kişilere temas etmemeli, onlarla ortak eşyalar kullanılmamalıdır.

Alerjik Tepkiler

- Vücudumuza girdiğinde alerjik tepkilere neden olan antijenlere **alerjen** denir. Bağışıklık sistemimizin alerjenlere karşı gösterdiği tepkilere ise **alerji** denir. Alerjenler beslenme ve solunum gibi yollarla vücuda girerek tepkilere neden olabilir.

Otoimmun Hastalıklar

- Bazen bağışıklık sistemi bireyin kendine ait dokularını antijen olarak algılayarak antikor üretir. Bunun sonucunda da bazı hastalıklar ortaya çıkar. Bu hastalıklara **otoimmün hastalıklar** denir.
- Çölyak hastalığı, eklem romatizması, multipl skleroz ve insüline bağlı diyabet bu hastalıklara örnek olarak verilebilir.
- Örneğin çölyak hastalığı genetik ve çevresel faktörlerin etkisiyle ortaya çıkan bir hastalıktır. Hastalığa buğday ve çavdar gibi tahılların içinde bulunan gluten adı verilen bir protein neden olmaktadır. Bu hastalığa sahip bireyler gluten aldıklarında bağışıklık sistemi tepki verir. Oluşan iltihaplanma sonucunda ince bağırsağın iç yüzeyindeki villuslar azalır ya da kaybolur. Bu durum bağırsaktaki emilimi aksatarak gelişmenin yavaşlamasına neden olur.
- Diğer bir otoimmun hastalık olan eklem romatizması, eklemdeki ve kemik ve iç kıkırdaklarda ağrılı yangılara ve hasarlara yol açar.

Örnek Sorular

21. HIV insanda AIDS hastalığına neden olan bir virüstür.

Bu hastalığın tedavisinde güçlüklerle karşılaşılmasına, bu virüsün,

I. mutasyon hızının yüksek olması,

II. bağımsız yaşam döngüsünün olmaması,

III. çoğalmak için bağışıklık hücrelerini kullanması

özelliklerinden hangileri neden olabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

(2010 – YGS)

22. Aşağıdakilerden hangisi bireyin kendine ait dokuları antijen olarak algılayıp, saldırmasıyla ortaya çıkan hastalıklardan biri <u>değildir</u>?

A) Çölyak

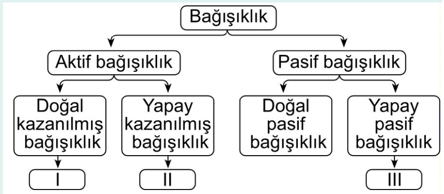
B) Parkinson

C) Tip I diyabet

D) Multipl skleroz

E) Eklem romatizması

23.



Yukarıdaki şemada I, II ve III olarak gösterilen bağışıklık kazanma yolları aşağıdakilerin hangisinde verilmiştir?

	I	II	III
A)	Aşı yapılması	Serum verilmesi	Hastalığın geçirilmesi
B)	Aşı yapılması	Hastalığın geçirilmesi	Serum verilmesi
C)	Hastalığın geçirilmesi	Aşı yapılması	Serum verilmesi
D)	Hastalığın geçirilmesi	Serum verilmesi	Aşı yapılması
E)	Serum verilmesi	Aşı yapılması	Hastalığın geçirilmesi

(2015 – LYS)

18	D	19	A	20	A
21	E	22	B	23	C

DERS NOTLARI

1. TEST

1. **Serumla ilgili,**

I. Hazır antikor içerir.

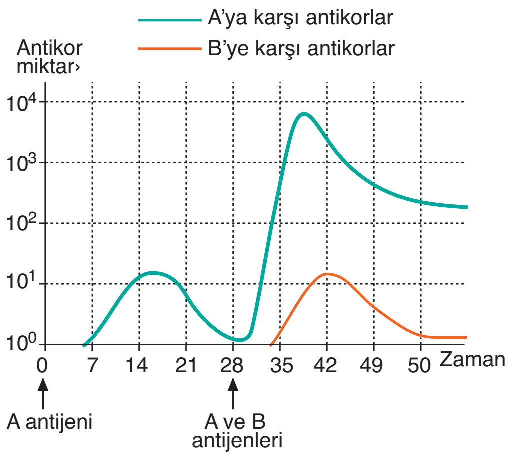
II. Sağlıklı bireylere uygulanır.

III. Yapay yolla pasif bağışıklık sağlar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) II ve III

2. Aşağıdaki grafikte aynı bireye iki farklı zamanda verilen antijenlere bağlı olarak bireyin kanında bulunan antikor miktarının değişimi gösterilmiştir.



Bu grafiğe göre,

I. Birey A antijenine karşı aktif, B antijenine karşı pasif bağışıklık tepkisi göstermiştir.

II. Bireyin aynı antijenle ikinci kez karşılaşması ürettiği antikor miktarını değiştirmez.

III. Birey B antijenine karşı birincil, A antijenine karşı hem birincil hem de ikincil bağışıklık tepkileri göstermiştir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

3. **Bir insanın vücudunda bulunan aşağıdaki proteinlerden hangisi mikropların çoğalmasını engelleyen antimikrobiyal proteinlere örnek olarak verilebilir?**

A) Globülin B) Histamin C) İnterferon D) Heparin E) Fibrinojen

4. **Kan hücreleri ve ürettikleri proteinler ile ilgili,**

I. alyuvar – hemoglobin,

II. lenfosit – antikor,

III. kan pulcuğu – fibrinojen

eşleştirmelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

5. **Özgül olmayan savunma mekanizmaları ile ilgili olan,**

I. solunum yollarındaki mikropların mukusa yapışması,

II. akyuvarların fagositoz ile yuttukları mikropları hücre içinde parçalamaları,

III. enfekte olan bölgede yangısal tepkinin oluşması,

IV. besinlerle alınan mikroorganizmaların midede yok edilmesi

örneklerinden savunmanın birinci ve ikinci hattı ile ilgili olanları aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	Savunmanın birinci hattı	Savunmanın ikinci hattı
A)	I ve II	III ve IV
B)	I ve III	II ve IV
C)	I ve IV	II ve III
D)	II ve III	I ve IV
E)	II ve IV	I ve III

6. **Aşı ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) Doğal yolla aktif bağışıklık sağlar.

B) Bireye ölü veya zayıflatılmış bakteriler enjekte edilir.

C) Hastalanmadan önce sağlıklı bireylere yapılır.

D) Genelde uzun süreli bağışıklık sağlar.

E) Birey verilen antijeni tanıyan ve yok eden antikorları kendisi üretir.

7. **Humoral ve hücresel bağışıklık için,**

I. özgül savunma mekanizmaları olma,

II. lenfosit hücreleri tarafından gerçekleştirme,

III. antikorlar aracılığı ile bağışıklık sağlama

özelliklerinden hangileri ortak değildir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

8. **Aşağıdakilerden hangisi vücut savunmasının birinci hattına ait değildir?**

A) Gözyaşı

B) Deri

C) Mukus salgısı

D) Antimikrobiyal proteinler

E) Mide özsuyu

9. **Kazanılmış bağışıklık çeşitleri ile ilgili,**

I. serum – yapay yolla pasif,

II. hastalığı geçirme – doğal yolla aktif,

III. aşı – yapay yolla aktif,

IV. anne sütü – doğal yolla pasif

eşleştirmelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve III B) I ve IV C) II ve III D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

10. **B lenfositleri tarafından üretilen antikorlar ile ilgili,**

I. Hücresel bağışıklığa neden olurlar.

II. Belirli bir antijene özgüdürler.

III. Antijenleri fagosite ederek parçalarlar.

IV. Genetik şifreye göre sentezlenirler.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III D) II ve IV E) III ve IV

Palme Yayınevi

11. **Yangısal tepkinin görüldüğü bir vücut bölgesindeki damarların,**

I. çapları,

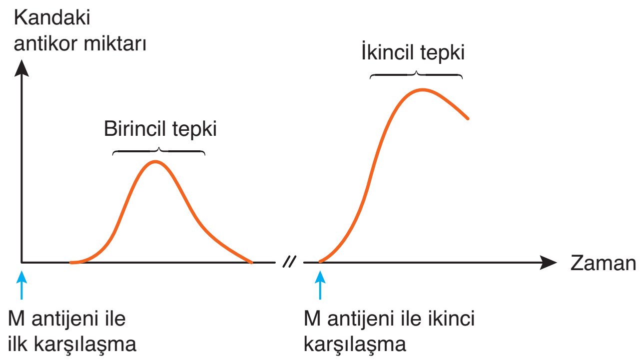
II. geçirgenliği,

III. içerdikleri akyuvar sayısı

niceliklerinden hangilerinde artış görülür?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

12. Aşağıdaki grafikte M antijeniyle ilk kez ve yıllar sonra ikinci kez karşılaşan bir insanın kanındaki antikor miktarı gösterilmiştir.



Bu grafiğe göre aynı hastalık etkenine karşı oluşan birincil ve ikincil tepki için,

I. İkincil tepkide oluşan antikor miktarı daha fazladır.

II. Birincil tepkide antikor oluşumu daha hızlı gerçekleşir.

III. Birincil ve ikincil tepkide üretilen antikor çeşidi farklıdır.

ifadelerinden hangileri doğru değildir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

13. **Aşağıda farklı bireyler arasındaki kan transferleri verilmiştir. Bunlardan hangisinde alıcı bireyde antikor oluşumu görülmez?**

	Verici	Alıcı
A)	A	B
B)	Rh^-	Rh^+
C)	AB	0
D)	AB	A
E)	B	0

1. D	2. B	3. C	4. B	5. C	6. A	7. C	8. D	9. E	10. D	11. E	12. E	13. B

Solunum Sistemi

15. Ünite

Örnek Sorular

1. **Solunum sisteminin kısımlarından biri olan soluk borusu ile ilgili,**

I. Gırtlaktan aldığı havayı bronşlara iletir.

II. İçerdiği kıkırdak doku sürekli açık kalmasını sağlar.

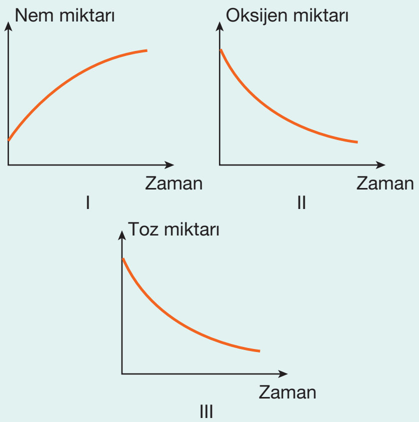
III. İç yüzeyinde bulunan goblet hücrelerinden mukus salgılanır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

2. **Burun ile alınan hava alveoller gidene kadar,**



değişimlerinden hangilerine uğrar?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

3. **İnsanlarda burun boşluğundan vücuda giren oksijen kana karışıncaya kadar,**

I. bronş,

II. soluk borusu,

III. alveol,

IV. yutak

yapılarından hangi sıra ile geçer?

A) II - IV - I - III B) IV - I - II - III

C) III - I - II - IV D) II - IV - III - I

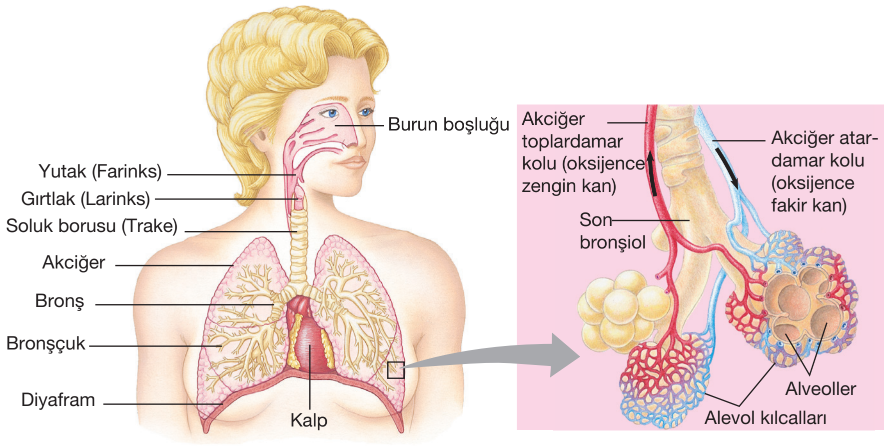
E) IV - II - I - III

Palme Yayınevi

1. SOLUNUM SİSTEMİ ORGANLARI

➢ İnsanda solunum sistemi ağız, burun, yutak (farinks), gırtlak (larinks), soluk borusu (trake) ve akciğerlerden meydana gelir. Ağız ya da burun ile alınan hava, dallanan borucuklar sistemi ile akciğerlere kadar taşınır.

Ağız / Burun → Yutak → Gırtlak → Soluk borusu → Bronş → Bronşçuk → Alveol



İnsanda solunum sistemi

➢ Solunum sistemi ağız ve burun yapıları ile dışarı açılır. Burun boşluğunun iç yüzeyi epitel dokudan oluşan ve mukus salgılayan mukoza ile kaplıdır. Mukus salgısı, burnun iç yüzeyini nemlendirerek burun kıllarının da yardımıyla, alınan havadaki toz ve mikropları tutar. Burun iç yüzeyinde bulunan kılcal damarlar ise dışarıda alınan havayı vücut sıcaklığına uygun hale getirir.

➢ Hava burun boşluğundan önce yutağa daha sonrada gırtlağa geçer. Gırtlağın üst kısmında ağızdan gelen besinlerin soluk borusuna kaçmasını önleyen **gırtlak kapağı** (epiglottis) bulunur. Yutma sırasında gırtlağın yukarı doğru hareketi ile bu kapak (epiglottis) soluk borusunu kapatır. Böylece besinler yemek borusuna geçerek mideye taşınır. Çoğu memelinin gırtlağında ayrıca ses telleri de bulunur.

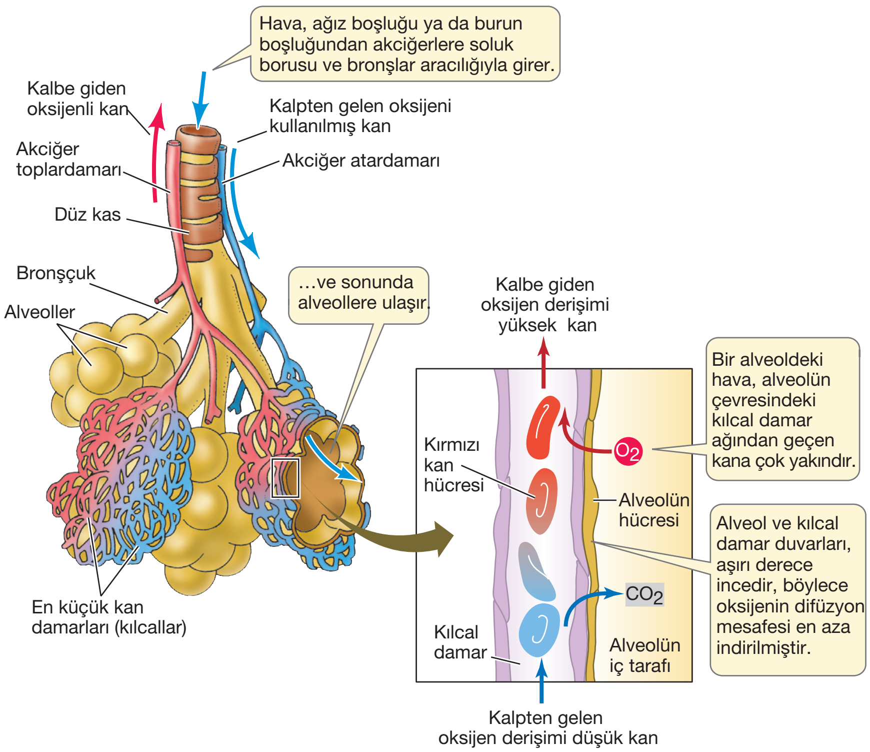
➢ Gırtlaktan geçen hava soluk borusu ile bronşlara iletilir. Soluk borusunda C biçiminde kıkırdak halkalar bulunur. Bu kıkırdak halkalar soluk borusunun büzülmesini engelleyerek, sürekli olarak açık kalmasını sağlar. Soluk borusunun yemek borusuna bakan kısmında kıkırdak doku yerine düz kaslar bulunur. Soluk borusunun iç yüzeyinde silindirik epitel hücreleri yer alır. Bu hücrelerin arasında mukus salgılayan **goblet** hücreleri bulunur. Mukus, alınan havanın nemli kalmasını sağlamanın yanında havadaki toz ve yabancı maddeleri tutar.

➢ Soluk borusu, her biri bir akciğere giden iki **bronşa** ayrılır. Bronşlar, akciğer içerisinde, giderek daha incelen dallara ayrılarak **bronşçuk** adı verilen borucukları oluşturur. Çok ince yapılı olan bronşçuklar **alveol** olarak adlandırılan hava keseleri ile sonlanır.

➢ Memelilerde gaz alış verişi alveollerde gerçekleşir. Tek sıralı epitelden oluşan alveollerin etrafı kılcal damarlar ile çevrilidir. Oksijen alveol boşluğundan kılcal damar ağına geçerken, kandaki karbondioksit alveol boşluğuna geçer. Böylece alveol kılcallarından geçen kandaki oksijen miktarı artarken, karbondioksit miktarı azalır.

NOT Alveollerin nemli ve yüzeylerinin çok ince olması solunum gazlarının difüzyon hızını artırır.

NOT İnsan akciğerleri milyonlarca alveol içerir ve bunların toplam yüzey alanı yaklaşık 100 m^2 dir; bu değer, derinin yüzey alanının yaklaşık 50 katıdır.



Alveollerdeki gaz alış verişi

NOT Alveollerin iç yüzeyi **sürfektan** adı verilen bir madde ile kaplıdır. Sürfektan protein ve fosfolipid karışımı bir salgı olup alveoldeki gaz alış verişinin verimli bir şekilde gerçekleşmesini sağlar.

Örnek Sorular

4. Burunla alınan oksijen solunum sistemimize ait olan aşağıdaki yapılardan hangisinden kana geçer?

A) Bronş

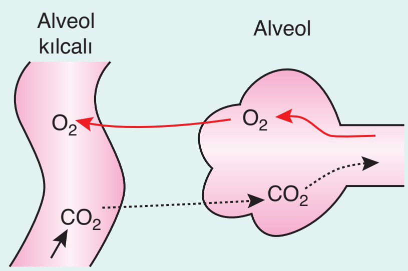
B) Alveol

C) Soluk borusu

D) Gırtlak

E) Bronşçuk

5.



Memeli akciğerine ait yukarıdaki şema ile ilgili,

I. Alveol kılcalında ilerleyen kanın O_2 miktarı artarken, CO_2 miktarı azalır.

II. Alveol boşluğundaki O_2 miktarı, alveol kılcalından daha azdır.

III. Alveole gelen kanın O_2 miktarı, CO_2 miktarından çoktur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

6. İnsanlardaki solunum sistemine ait yapılar ile ilgili aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi doğru <u>değildir</u>?

A) Bronş ⟶ Akciğerlerin içinde daha ince bronşçukları oluştururlar.

B) Burun ⟶ Salgıladığı mukus ile alınan havadaki mikropların vücuda girişini engeller.

C) Soluk borusu ⟶ Gırtlaktan aldığı havayı yutağa iletir.

D) Alveol ⟶ Tek sıralı epitel dokudan oluşur ve kan ile gaz alışverişini sağlar.

E) Bronşçuk ⟶ Bronştan aldığı havayı alveollere iletir.

1	E	2	C	3	E

Örnek Sorular

7. Soluk alma sırasında aşağıdakilerden hangisi gerçekleşir?

A) Kaburgalar arası kasların gevşemesi

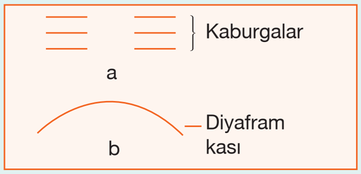
B) Göğüs kafesinin daralması

C) Diyafram kasının düzleşmesi

D) Akciğer iç basıncının artması

E) Karın boşluğunun hacminin artması

8.



Yukarıdaki şema ile ilgili,

I. Akciğerler a boşluğunda bulunur.

II. b bölümü karın boşluğu olarak adlandırılır.

III. Diyafram kasının kasılması a bölümünün hacmini artırıp basıncını azaltır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

9. İnsanın solunum sistemi ile ilgili,

I. Gaz değişim yüzeyi kılcal kan damarlarıyla kaplıdır.

II. Gaz değişim yüzeyleri ince ve nemlidir.

III. Solunum gazlarının değişimi difüzyonla gerçekleşir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

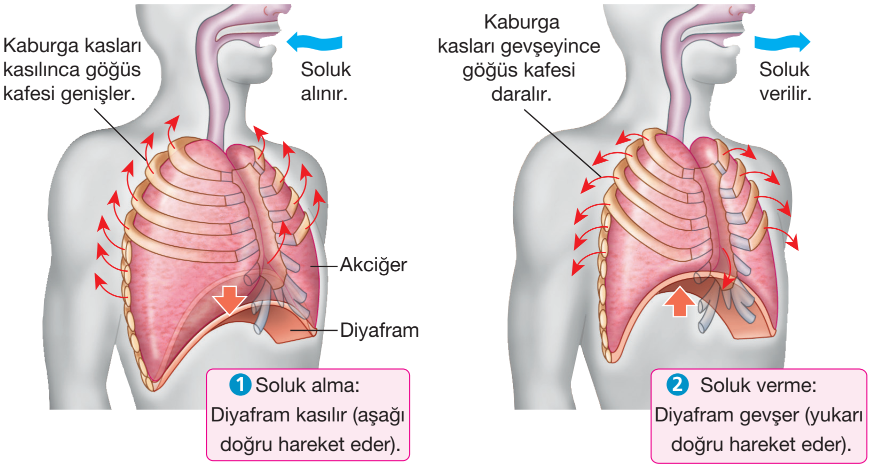
A) I ve II B) II ve III C) Yalnız I D) I, II ve III E) I ve III

4	B	5	A	6	C

➢ Göğüs boşluğunda bir çift akciğer bulunur. Sağ akciğer üç loplu, sol akciğer ise iki lopludur. Her iki akciğer de **pleura** adı verilen iki katlı bir zar ile örtülüdür. Bu iki zarın arasında pleura sıvısı bulunur. Bu sıvı nefes alıp verirken akciğerlerin hareket etmesine yardımcı olarak, kaburgaların akciğerlere zarar vermesini önler. Akciğerlerin bulunduğu göğüs boşluğu **diyafram kası** ile karın boşluğundan ayrılır.

2. SOLUK ALIP VERME MEKANİZMASI

➢ Soluk alış verişinin olabilmesi için akciğerlerin içindeki hava basıncının değişmesi gerekir. Akciğerlerdeki hava basıncı **diyafram ve kaburgalar arası kasların** kasılıp gevşemesi sonucu değişir.



Negatif basınçlı solunum : *Bir insan, akciğerlerindeki hava basıncını dışarıdaki hava basıncına göre değiştirerek solunum yapar.*

➢ Aşağıda soluk alma ve soluk verme mekanizmaları açıklanmıştır:

a. Soluk Alma

➢ **Soluk alma sürecinde aşağıdaki olaylar gerçekleşir:**

- Diyafram ve kaburgalar arası kaslar kasılır.
- Diyafram aşağı doğru hareket eder ve düzleşir.
- Kaburgaların uçları yukarı doğru hareket eder.
- Göğüs kafesi genişler ve akciğerlerin hacmi artıp, basıncı azalır.
- Akciğerdeki hava basıncı dışarıdaki hava basıncının altına düşer.
- Gazlar yüksek basınçlı bölgeden düşük basınçlı bölgeye aktığından, hava, burun delikleri ve ağızdan girerek, hava borucuklarından alveollere kadar ulaşır.

➢ Bu olaya **soluk alma** denir. Böylece alveoldeki oksijen yoğunluğu artar. Oksijen alveol boşluğundan alveolleri saran kılcal damarlara; karbondioksit ise kandan alveollere geçer. İnsanlar ve memelilerde, **negatif basınçla nefes alma** yöntemi kullanılır. Bu canlılar havayı akciğerlere itmek yerine içeriye çekerler. Soluk almak için diyafram ve kaburgalar arası kasların kasılması gerekir. Bu nedenle soluk alma aktif bir olay olup çalışma gerektirir.

b. Soluk Verme

➢ **Soluk verme sürecinde aşağıdaki olaylar gerçekleşir:**

- Diyafram ve kaburgalar arası kaslar gevşer.
- Diyafram yukarı doğru hareket eder ve kubbeleşir.
- Kaburgaların uçları aşağı doğru hareket eder.
- Göğüs kafesi daralır ve akciğerlerin hacmi azalıp, basıncı artar.
- Alveollerdeki hava basıncı dışarıdaki hava basıncından daha yüksek hale gelir.
- Alveollerdeki hava basıncının yükselmesi, havanın solunum borucuklarına girmesi için kuvvet uygulayarak vücuttan dışarı çıkarılmasını sağlar.

➢ Bu olaya **soluk verme** denir. Böylece alveollerdeki kirli hava vücuttan uzaklaştırılır. Soluk vermek için diyafram ve kaburgalar arası kasların gevşemesi gerekir. Bu nedenle soluk verme pasif bir olaydır.

3. İNSANLARDA SOLUNUMUN KONTROLÜ

➢ Nefesinizi kısa bir süre tutabilir ya da derin ve hızlı bir biçimde nefes alıp verebilirsiniz. Fakat çoğu zaman solunum sistemi istemsiz olarak kontrol edilir. Soluk alış verişini arka beyinde bulunan **omurilik soğanı** ve **pons** merkezleri denetler. Aşağıda solunum hızını etkileyen faktörler verilmiştir.

1. Solunum hızını denetleyen temel faktör kandaki CO_2 miktarıdır. Metabolik faaliyetleri hızlanan bir insanda sırasıyla aşağıdaki olaylar gerçekleşir:

- Doku hücrelerinde oluşan CO_2 miktarı artar.
- Oluşan CO_2'nin kana geçmesiyle kanın pH değeri düşer asitliği artar.
- Bu değişim solunum merkezlerini uyarır ve soluk alış verişi hızlanır.

NOT Egzersiz yapan bir bireyde sırasıyla kas, dolaşım ve solunum sistemleri hızlanır.

2. Deniz seviyesinden yükseklere doğru çıkılması durumunda havanın kısmi basıncı azalır ve soluk alış verişi hızlanır.

3. Adrenalin ve tiroksin hormonları metabolizma hızını artırdığı için soluk alış verişini hızlandırır.

4. Sempatik sinirler solunum hızını arttırırken, parasempatik sinirler solunum hızını yavaşlatır.

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

10. Alveol kılcallarından geçen kanla ilgili,

I. pH değeri düşer.
II. Alyuvar miktarı değişmez.
III. Oksijen miktarı artarken, karbondioksit miktarı azalır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

11. Aşağıda, insanda soluk alma ve soluk verme sırasında gerçekleşen bazı olaylar verilmiştir.

1	2
Diyafram kası gevşer.	Göğüs içi hacmi artar.
3	**4**
Alveoldeki hava basıncı artar.	Ağızdan nefes verilir.
5	**6**
Diyafram kası kasılır.	Alveoldeki hava basıncı azalır.
7	**8**
Solunum sistemine hava girer.	Göğüs içi hacmi azalır.

Buna göre, bu olaylardan soluk alma sırasında gerçekleşenler, aşağıdakilerin hangisinde doğru sıralanmıştır?

A) 1 – 2 – 6 – 8 B) 5 – 2 – 3 – 7
C) 5 – 2 – 6 – 7 D) 7 – 2 – 3 – 4
E) 7 – 3 – 2 – 5

(2014 – LYS)

12. Aşağıdaki olaylardan hangisi soluk alıp vermede ortak olarak gerçekleşir?

A) Akciğerdeki oksijen miktarının artması
B) Akciğer iç basıncının değişmesi
C) Diyafram kasının kubbeleşmesi
D) Göğüs kafesinin genişlemesi
E) Kaburgalar arası kasların kasılması

7	C	8	E	9	D

Örnek Sorular

13. Normal bir insanda yoğun egzersiz sırasında gerçekleşen olaylar aşağıda verilmiştir.

I. Kan pH'sinin düşmesi
II. Solunum merkezlerinin uyarılması
III. Hücrelerde oluşan karbondioksit miktarının artması
IV. Diyafram ve kaburgalar arası kasların uyarılması
V. Soluk alıp vermenin hızlanması

Bu olayların gerçekleşme sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) I - II - V - III - IV
B) III - I - II - IV - V
C) III - IV - I - II - V
D) IV - I - II - III - V
E) IV - II - V - I - III

(2011 – LYS)

14. Normal bir insanda yoğun bir egzersiz sonucunda aşağıdakilerden hangisi gerçekleşmez?

A) Kandaki karbondioksit miktarının artması
B) Kan pH sının yükselmesi (Kanın bazikleşmesi)
C) Soluk alıp–verme hızının artması
D) Dokulardaki oksijen miktarının azalması
E) Hücrelerdeki ADP miktarının artması

(2007 – ÖSS Fen-2)

15. Bir ailenin tek yumurta ikizi olan çocuklarından biri sürekli olarak yüksek bir dağda yaşarken öteki, deniz kıyısında yaşıyor.

Dağda yaşayanda, aşağıdakilerden hangisinin deniz kıyısında yaşayandakine göre düşük olması beklenir?

A) Kandaki hemoglobin miktarı
B) Soluk alıp verme hızı
C) Alveollerdeki oksijen kısmi basıncı
D) Nabız sayısı
E) Alyuvar sayısı

(2011 – LYS)

10	D	11	C	12	B

Palme Yayınevi

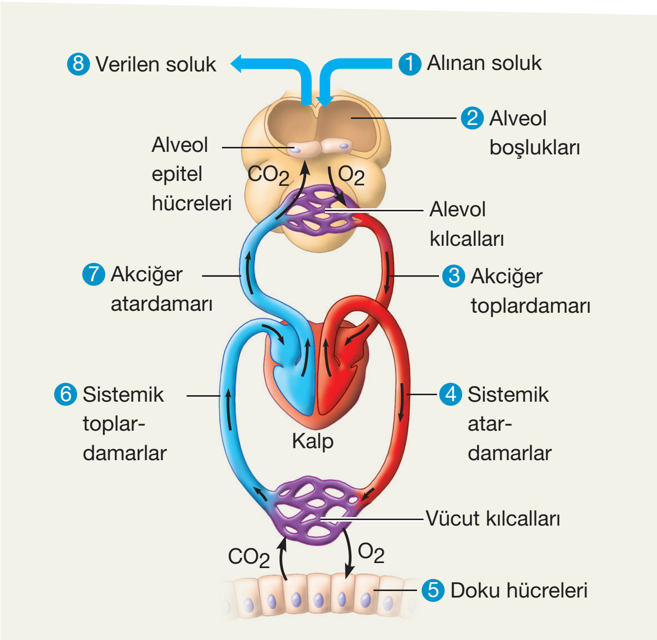
NOT: Kandaki O_2 miktarının solunum kontrol merkezleri üzerinde pek bir etkisi yoktur. Fakat kandaki O_2 miktarının iyice azalması durumunda (örneğin yükseklerde) solunum merkezleri uyarılarak solunumun hızlanması sağlanır.

4. AKCİĞERLERDE GAZ ALIŞ VERİŞİ

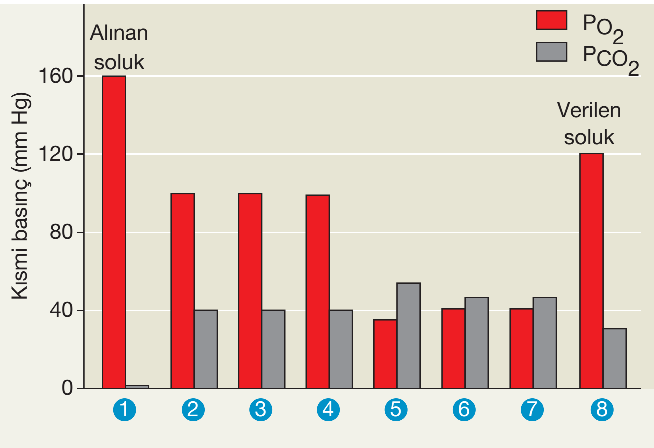
➢ İnsanlardaki solunum organı olan akciğerlerin temel görevi, oksijenin gazının vücuda alınması ve karbondioksit gazının vücuttan uzaklaştırılmasıdır. Solunum gazlarının vücut içindeki taşınımı ise dolaşım sisteminin görevidir. Kandaki O_2 ve CO_2'nin kısmi basınçları, dolaşım sisteminin farklı noktalarında değişiklik gösterir.

➢ Basınç farkından dolayı alveol kılcallarından geçmekte olan kandaki CO_2 alveol boşluğuna; alveol boşluğundaki O_2 ise alveol kılcallarına geçer. Bu nedenle akciğer atardamarından, akciğer toplardamarına doğru ilerleyen kanın O_2 derişimi artarken, CO_2 derişimi azalmış olur. Bu şekilde kalbe dönen kan, kalp ile vücuda pompalanır.

➢ Doku kılcallarında, basınç farklılıkları O_2'nin kandan doku hücrelerine; CO_2'nin ise doku hücrelerinden doku kılcallarına geçmesine neden olur. Bu şekilde kalbe dönen kan, kalp ile akciğerlere gönderilir.



(a) Dolaşım sisteminde solunum gazlarının izlediği yol.

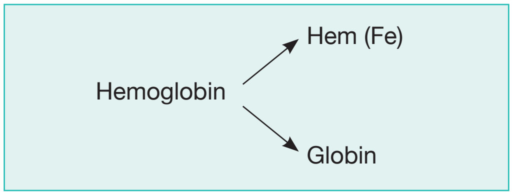


(b) Dolaşım sisteminin (a)'da numaralandırılmış değişik noktalarındaki O_2 ve CO_2 kısmi basınçları

5. HEMOGLOBİN

➢ Kan birçok hayvanda oksijen ve karbondioksit taşıma görevi yapar. Kanın sıvı kısmında çok az miktarda oksijen çözünür. Bu nedenle kanda solunum gazlarını taşıyan protein ve metal iyonlarından oluşan solunum pigmentleri bulunur.

➢ Bazı omurgasızlar ile omurgalı canlıların tamamının solunum pigmenti hemoglobindir. Omurgalı canlılardaki hemoglobin pigmenti, bir demir atomu (hem) ile dört farklı polipeptit zincirinden oluşur ve alyuvar hücresinin içinde bulunur.



Hemoglobinin Özelikleri :

- Solunum gazları ile tersinir tepkime verir.
- Gaz derişiminin fazla olduğu bölgede gaza bağlanırken, derişimin düşük olduğu bölgede gazdan ayrılır.
- Protein yapılı olup demir iyonu içerirler.
- Kanın gaz taşıma kapasitesini artırıp, kana kırmızı rengini verirler.

NOT Karbonmonoksit hemoglobin ile tersinir tepkime vermez. Bu nedenle zehirlenmelere neden olur.

➢ Hemoglobin proteini oksijeni tersinir olarak bağladığından akciğerlerde aldığı O_2'yi vücudun doku kılcallarında bırakabilmektedir.

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

16. Vücudun farklı kısımlarındaki oksijen miktarları ile ilgili aşağıdaki karşılaştırmalardan hangisi doğru değildir?

A) Alveol boşluğu > Alveol kılcalı

B) Akciğer atardamarı > Akciğer toplardamarı

C) Böbrek atardamarı > Böbrek toplardamarı

D) Karaciğer doku kılcalı > Karaciğer doku sıvısı

E) Karaciğer atardamarı > Kapı toplardamarı

17. Omurgalı hayvanların solunum pigmenti olan hemoglobin molekülü ile ilgili,

I. Tüm omurgalıların alyuvar hücrelerinde bulunur.

II. O_2 ve CO_2 ile tersinir tepkime verir.

III. Yağ yapılı olup bakır elementi içerir.

yargılarından hangileri doğru değildir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

18. Yaz tatili için Ankara'dan Kars'a giden ve bir süre burada kalan bir öğrencide aşağıdaki niceliklerden hangisi artmaz?

A) Kan basıncı

B) Solunum hızı

C) Kandaki alyuvar sayısı

D) Soluduğu havadaki oksijenin kısmi basıncı

E) Hemoglobin miktarı

13	B	14	B	15	C

Örnek Sorular

19. Düşük pH, hemoglobinin oksijene olan ilgisini azaltır ve Bohr kayması denilen etkiyi ortaya çıkarır.

Kan aşağıdaki kılcaldamarların hangisinden geçerken Bohr Kayması olarak adlandırılan durum oluşmaz?

A) Böbrek kılcalları

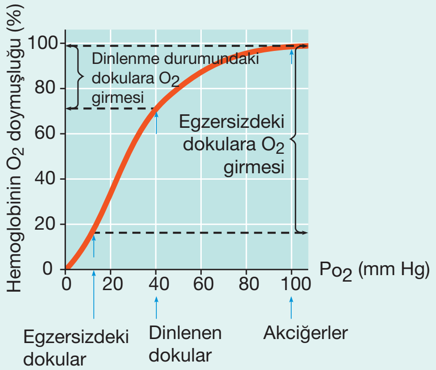
B) Beyin kılcalları

C) Alveol kılcalları

D) Karaciğer kılcalları

E) Mide kılcalları

20.



Yukarıdaki grafiğe göre,

I. Akciğerlerden geçen kandaki hemoglobin büyük bir kısmı oksijene bağlanır.

II. Dinlenen dokulardan geçen kandaki hemeglobinin oksijene doymuşluğu %70'lere düşer.

III. Egzersiz yapan dokulardan geçen kandaki hemoglobinlerin tamamı getirdiği oksijeni bırakır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve III B) Yalnız I C) II ve III D) Yalnız II E) I ve II

21. **Beyne ait aşağıdaki merkezlerden hangi ikisi birikte çalışarak solunum hızını ayarlar?**

A) Omurilik soğanı – Pons

B) Beyincik – Orta beyin

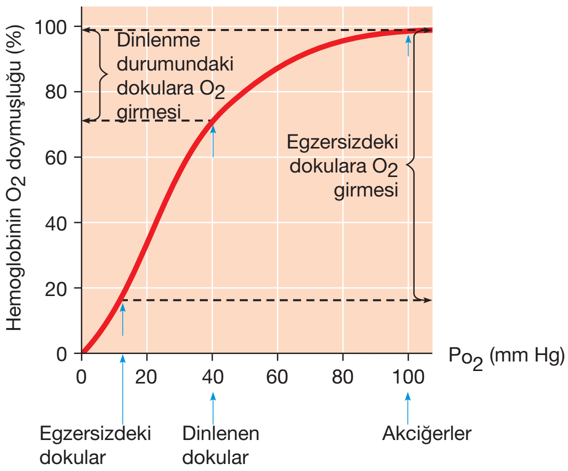
C) Beyin kabuğu – Talamus

D) Hipotalamus – Beyincik

E) Talamus – Omurilik soğanı

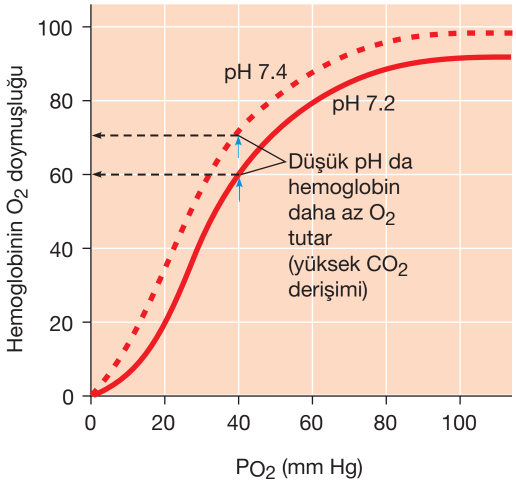
16	B	17	B	18	D

➢ Akciğerlerden geçen hemoglobinin oksijene doymuşluğu %98 civarındadır. Dinlenme durumundaki bir bireyde dokulardan geçen hemoglobinin oksijene doymuşluğu %70'dir. Buna göre %98 – %70 = %28'lik oksijen dinlenme durumundaki dokulara bırakılmış olur. Egzersiz yapan bireyde %98 – %18 = %80'lik oksijen dokulara bırakılmış olur.



Dinlenme ve egzersiz sırasında alyuvardaki hemoglobin moleküllerinin oksijene doygunluk durumu

➢ Hücresel solunum sırasında CO_2 üretilmesi, aktif olan dokularda O_2'nin hemoglobinden ayrılmasını teşvik eder. Kandaki CO_2 miktarının artması kanın pH değerini düşürür. Düşük pH, hemoglobinin oksijene olan ilgisini azaltır ve **Bohr kayması** denilen etkiyi ortaya çıkarır. Böylece CO_2 üretiminin fazla olduğu dokularda, hemoglobin daha fazla O_2'yi serbest bırakır. Böylece aktif dokular daha fazla O_2 alır.



Kandaki pH değerinin düşmesi, hemoglobinin oksijenden ayrılma oranını artırır (Bohr kayması).

6. SOLUNUM GAZLARININ TAŞINMASI

a. Oksijenin Taşınması :

➢ Oksijenin akciğerlerden doku hücrelerine taşınımı iki farklı yolla olur :

1. Alınan oksijenin %2'si plazmada çözünmüş olarak taşınır.
2. Alınan oksijenin %98'i alyuvardaki hemoglobine bağlı (oksihemoglobin) olarak taşınır.

Alveol Kılcallarında :

- Alveollerdeki oksijen difüzyonla alveol kılcallarına geçer. Daha sonra kandaki alyuvar hücrelerine girerek hemoglobin (Hb) ile birleşir ve oksihemoglobin oluşur.

$$Hb + O_2 \longrightarrow \underbrace{HbO_2}_{\text{oksihemoglobin}}$$ — Alyuvar

- Oksihemoglobinli kan açık renklidir.

Doku Kılcallarında :

- Oksihemoglobin taşıyan kan önce kalbe gelir. Kalpten vücuda pompalanır ve dokulara ulaşır. Dokularda O_2 miktarı az, CO_2 miktarı fazla olup kan pH'si azaldığı için O_2 hemoglobinden ayrılır ve plazmaya geçer.

$$HbO_2 \longrightarrow Hb + O_2$$ — Alyuvar

- Plazmadaki oksijen difüzyonla önce doku sıvısına, doku sıvısından da doku hücrelerine geçer.

b. Karbondioksitin Taşınması :

➢ Hücre solunumu sonucu meydana gelen karbondioksit hücrelerden doku sıvısına, doku sıvısından da kılcal damarlara geçer. Karbondioksitin kanla akciğerlere taşınımı üç yolla gerçekleşir.

1. Karbondioksitin çok az bir kısmı (%7) kan plazmasında çözünmüş halde taşınır.
2. Bir kısmı (%23) alyuvarda hemoglobin ile birleşir ve **karbominohemoglobin ($HbCO_2$)** olarak akciğerlere taşınır.

Doku Kılcallarında :

- Doku hücrelerinde oluşan karbondioksit doku kılcallarına geçerek alyuvarın içine girer. Alyuvarın içine giren karbondioksitin bir kısmı hemoglobin molekülü ile birleşerek karbominohemoglobini ($HbCO_2$) oluşturur ve bu şekilde alveol kılcallarına kadar taşınır.

$$Hb + CO_2 \longrightarrow \underbrace{HbCO_2}_{\text{karbominohemoglobin}}$$ — Alyuvar

Alveol Kılcallarında :

- Alveol kılcallarında karbondioksit molekülü hemoglobin pigmentinden ayrılır.

$$HbCO_2 \longrightarrow Hb + CO_2$$ — Alyuvar

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

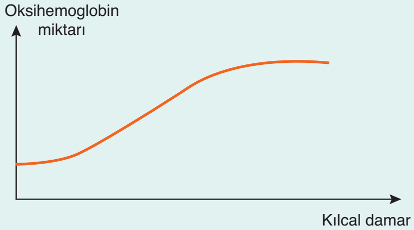
22. **Oksijenin taşınması sürecinde,**

I. oksijenin hemoglobinden ayrılması,
II. oksijenin alyuvardan çıkarak hücreler arası sıvıya geçmesi
III. kandaki oksihemoglobin miktarının artması
IV. oksijenin kan plazmasından alyuvara geçmesi

olaylarından hangileri doku kılcallarından gerçekleşir?

A) I ve II B) I ve III
C) I ve IV D) II ve III
E) III ve IV

23. Aşağıdaki grafikte bir kılcal damardaki oksihemoglobin miktarının değişimi gösterilmiştir.



Bu kılcal damar aşağıdaki organlardan hangisine aittir?

A) Kalp B) Karaciğer
C) Akciğer D) Beyin
E) Pankreas

24. **İnsanda akciğerlerle alınan oksijenin vücut hücrelerine taşınması sırasında meydana gelen;**

I. doku kılcal damarlarındaki kanda karbondioksit miktarı arttığı için oksijenin hemoglobinden ayrılması,
II. alveollere dolan havadaki oksijenin difüzyonla akciğer kılcal damarlarına geçmesi,
III. oksijenin alyuvarlardaki hemoglobinle birleşerek oksihemoglobin oluşturması,
IV. plazmadaki oksijenin doku sıvısına geçtikten sonra difüzyonla hücrelere geçmesi,
V. oksijence zengin kanın kalpten vücuda pompalanması

olaylarının doğru sıralaması aşağıdakilerin hangisinde verilmiştir?

A) I, II, III, IV, V B) II, I, III, IV, V
C) II, III, V, I, IV D) III, IV, I, V, II
E) III, V, I, II, IV

(2013 – LYS)

19	C	20	E	21	A

Örnek Sorular

25. **Solunum gazlarının taşınması sırasında,**

I. $CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$

II. $Hb + CO_2 \longrightarrow HbCO_2$

III. $Hb + O_2 \longrightarrow HbO_2$

tepkimelerinden hangileri doku kılcallarında gerçekleşir?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

26.

	Oksijen kısmi basıncı (mm Hg)	Karbondioksit kısmi basıncı (mm Hg)
K	110	40
L	40	60
M	100	40

Yukarıdaki tablo insanın alveolünde, aort kanında ve doku sıvısında ölçülmüş oksijen ve karbondioksit kısmi basınç değerlerini göstermektedir.

Buna göre, K, L ve M ile gösterilen alveol, aort kanı ve doku sıvısı aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	K	L	M
A)	Alveol	Aort kanı	Doku sıvısı
B)	Alveol	Doku sıvısı	Aort kanı
C)	Doku sıvısı	Alveol	Aort kanı
D)	Aort kanı	Alveol	Doku sıvısı
E)	Aort kanı	Doku sıvısı	Alveol

(2010 – LYS)

27.

$$CO_2 + H_2O \underset{L}{\overset{K}{\rightleftarrows}} H_2CO_3 \underset{N}{\overset{M}{\rightleftarrows}} H^+ + HCO_3^-$$

İnsanda karbon dioksitin taşınımına ait yukarıdaki şema ile ilgili,

I. Tüm reaksiyonlar alyuvar hücresinde gerçekleşir.

II. K ve L reaksiyonları karbonik anhidraz enzimi tarafından denetlenir.

III. M reaksiyonu doku, N reaksiyonu alveol kılcalında gerçekleşir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

22	A	23	C	24	C

- Serbest kalan karbondioksit molekülü önce alyuvardan kan plazmasına, sonrada alveole geçer ve soluk verme ile vücuttan atılır.

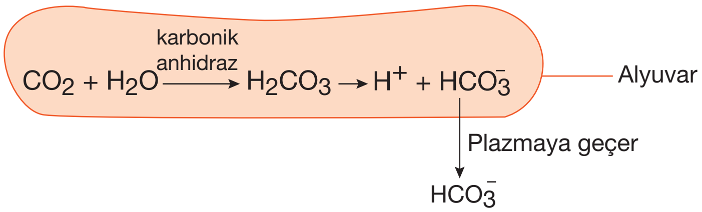
3. CO_2'nin büyük bir kısmı (%70) ise plazmada bikarbonat iyonları (HCO_3^-) şekilde taşınır.

Doku Kılcallarında :

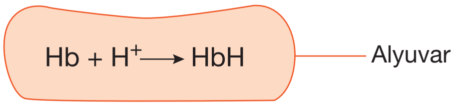
- Doku hücrelerinde oluşan karbondioksit doku kılcallarına geçer ve sırasıyla aşağıdaki tepkimeler gerçekleşir.

a. Karbondioksit alyuvar hücrelerine girer.

b. CO_2 molekülleri karbonik anhidraz enziminin denetiminde H_2O ile birleşerek karbonik asiti (H_2CO_3) oluşturur. Karbonik asit daha sonra hidrojen (H^+) ve bikarbonat (HCO_3^-) iyonlarına ayrılır.



c. H^+ iyonu geçici olarak hemoglobine bağlanır. Bikarbonat iyonları ise difüzyonla kan plazmasına geçer. H^+ iyonları hemoglobine bağlı olarak; bikarbonat iyonları ise plazmada çözünmüş olarak alveol kılcallarına kadar taşınır.

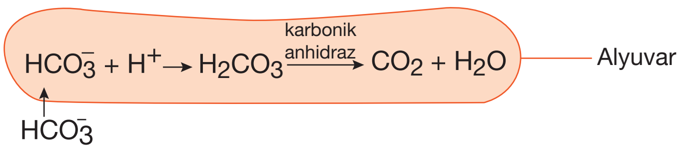


Alveol Kılcallarında :

- Alveol kılcallarında sırasıyla aşağıdaki tepkimeler gerçekleşir.

a. Plazmada taşınan bikarbonat iyonları (HCO_3^-) alyuvarlara girer.

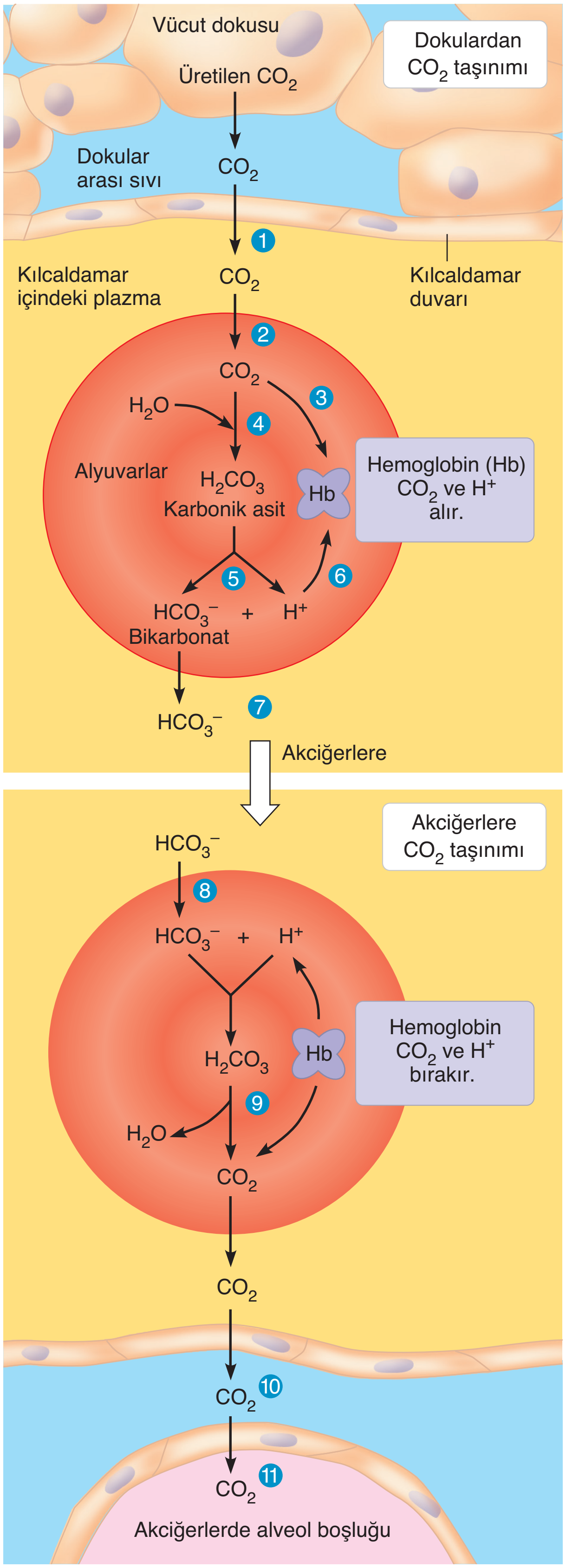
b. Alyuvara giren bikarbonat iyonlarının hemoglobinden ayrılan H^+ iyonları ile birleşmesi sonucu karbonik asit (H_2CO_3) oluşur. Karbonik asit karbonik anhidraz enziminin etkisiyle CO_2 ve H_2O'ya ayrışır.



c. Alyuvarda oluşan CO_2 önce kan plazmasına sonra alveole geçer. Soluk verme ile atmosfere verilir.

Karbondioksitin doku hücrelerinden akciğerlere taşınması aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Vücut hücrelerinde üretilen CO_2 difüzyonla önce doku sıvısına sonra kan plazmasına geçer.
2. CO_2'nin sadece %7'si plazmada kalır. Geri kalan kısmı alyuvar hücrelerine girer.
3. CO_2'nin bir kısmı hemoglobine bağlı olarak (karbominohemoglobin) taşınır.
4. Alyuvara giren CO_2'nin büyük bir kısmı karbonik anhidraz enziminin katalizlediği bir tepkimeyle H_2O ile birleşir ve karbonik asidi (H_2CO_3) oluşturur.
5. Karbonik asit; bikarbonat (HCO_3^-) ve hidrojen (H^+) iyonlarına ayrışır.
6. Hidrojen iyonlarının (H^+) büyük bir kısmı hemoglobine bağlı olarak taşınır. Böylece kanın asitliğinin artması (Bohr kayması) önlenir.
7. Bikarbonat iyonlarının (HCO_3^-) çoğu difüzyonla kan plazmasına geçer ve akciğerlere taşınır.
8. Akciğerlerde, HCO_3^- difüzyonla plazmadan alyuvara girer ve hemoglobinden ayrılan H^+ iyonları ile birleşerek H_2CO_3'i oluşturur.
9. Karbonik asit, karbonik anhidraz enzimi ile H_2O ve CO_2'ye dönüşür. Ayrıca hemoglobine bağlı olan CO_2 serbest kalır.
10. CO_2 alyuvar hücresinden önce kan plazmasına sonra doku sıvısına geçer.
11. CO_2 doku sıvısından alveol boşluğuna geçer. Nefes verme ile CO_2 vücuttan uzaklaştırılır.



Kanda CO_2 taşınması

Örnek Sorular

28. **Astım hastalığında,**

I. solunum yollarında salgılanan mukus miktarı,

II. solunum sistemine ait kanalların çapları,

III. soluk alış veriş hızı

niceliklerinden hangilerinin artması beklenir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

29. **Solunum sisteminde görülen,**

I. amfizem,

II. zatürre,

III. karbonmonoksit zehirlenmesi,

IV. tüberküloz

rahatsızlıklarından hangileri patojenik organizmaların etkisi ile oluşur?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III

D) II ve IV E) III ve IV

30. **Solunum sistemi rahatsızlıkları ile ilgili aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi doğru <u>değildir</u>?**

A) Amfizem ⟶ Gaz değişim yüzey alanının azalması

B) Karbonmonoksit zehirlenmesi ⟶ Hemoglobinin oksijene olan ilgisinin artması

C) Zatürre ⟶ Akciğerlerin sıvı ile dolması sonucu gaz alış verişinin zorlaşması

D) Verem ⟶ Gazların alveollerdeki difüzyon hızının azalması

E) Astım ⟶ Solunum yollarının içindeki mukus miktarının artması

25	B	26	B	27	E
28	D	29	D	30	B

Solunum Sistemi Hastalıkları

- Bronşit, astım, amfizem, KOAH, zatürre, tüberküloz ve CO zehirlenmesi solunum sisteminde görülen hastalıklardır.
- Bronşların iç yüzünde bulunan mukozanın iltihaplanması sonucu **bronşit** hastalığı oluşur. Bu hastalığa sahip bireylerde ateşin yükselmesi, halsizlik, öksürük ve mukus salgısında artış gibi belirtiler ortaya çıkar. Sigara içen kişilerde görülme oranı daha fazladır. Gribal enfeksiyonlar sırasında akut bronşit gelişebilir. Tedavi edilmemesi durumunda ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir.
- Bronşlarda görülen bir diğer rahatsızlık **astım**dır. Nefes darlığı olarak da adlandırılan astım, solunum yollarında bulunan yabancı maddelere karşı gelişen bir alerji durumudur. Bunun sonucunda solunum yollarındaki hücrelerin salgıladığı mukus miktarı artar ve bronşları doldurur. Ayrıca bu borucukların duvarındaki düz kaslar kasılır. Bu değişimler hava yollarının çaplarının daralmasına neden olur. Astımlı bireyler nefes alıp vermede zorluk çekerler.
- **Amfizem**, bronşçuklara bağlı olan alveol keseciklerini birbirinden ayıran duvarların yıkılması sonucu oluşan bir hastalıktır. Bunun sonucunda akciğerlerdeki gaz değişim yüzey alanı azalır. Ayrıca, alveol duvarlarının elastik özelliğinin azalması ve alveollerin çevresindeki kılcal damar miktarının azalması gibi sonuçlar ortaya çıkar. Bu hastalığa sahip kişiler nefes alıp verirken zorlanırlar. Sigara içme ve uzun süre kirli hava solumanın amfizem hastalığının ortaya çıkmasında ve ilerlemesinde etkili olduğu düşünülmektedir.
- Bronşit, astım ve amfizem gibi rahatsızlıklar sonucu akciğerlerdeki hava borucukları daralır ve **KOAH** (Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı) olarak adlandırılan bir hastalık oluşur. Bu hastalığa sahip bireyler nefes alıp vermede sorunlar yaşarlar. Tedavi edilmezse ölüme neden olabilir.
- **Zatürre (pnömani)**, genel olarak akciğerlerin Streptococcus pneumania adı verilen bir bakteri tarafından enfekte etmesi sonucu oluşur. Alveollerin enfeksiyonu ve iltihaplanması sonucunda akciğerlerde sıvı ve kan toplanmasına neden olur. En önemli belirtileri üşüme, öksürük, ateş ve soluk alıp vermenin zorlaşması.
- **Tüberküloz (Verem)**, Mycobacterium tuberculosis türü bir bakterinin akciğerleri enfekte etmesi sonucu oluşur. Genellikle kalabalık, havasız ortamlarda yaşayan ve bağışıklık sorunu olan insanlarda görülür. Öksürme yoluyla hastalık bir bireyden diğerine bulaşır. Veremde akciğerlerin elastikliğinin azalması ve solunum yüzeylerinin kalınlaşması gibi nedenlerden dolayı solunum gazlarının difüzyon hızı azalır.
- **Karbonmonoksitin (CO)**, hemoglobine olan ilgisi oksijen gazına göre daha fazladır. Eğer ortamdaki CO bulunursa hemoglobine bağlanır. Bu durumda dokulara taşınan O_2 miktarı azalır ve hücreler canlılıklarını kaybederler. Şofben ve kömür zehirlenmeleri ortamdaki CO miktarının artmasından kaynaklanır. Bu durumlarda zehirlenen kişi hemen temiz havaya çıkarılmalı ve saf oksijen solutulmalıdır. O_2 oranının yüksek olduğu ortamlarda, hemoglobin CO'dan ayrılıp O_2'ye bağlanır.
- Dış basıncın hızla azalması **vurgun**'a neden olur. Örneğin denizin derinliklerinde bir süre kalan birey, hızlı bir biçimde yüzeye çıkarsa kanında sıvı olarak bulunan azot gaz haline geçer ve damarlarının içinde hava kabarcıklarına dönüşür. Bu kabarcıkların damarları tıkaması felç ve ölüm gibi olaylarla sonuçlanır.

DERS NOTLARI

DERS NOTLARI

1. TEST

1. **İnsanın solunum sistemine ait olan,**

I. soluk borusu,

II. bronş,

III. alveol

yapılarından hangilerinin yüzeyinde bol miktarda kılcal damar bulunur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) II ve III

2. **Sağlıklı bir insanda,**

I. diyaframın düzleşmesi,

II. göğüs boşluğu hacminin artması,

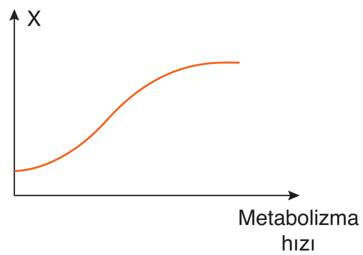
III. kaburgalar arası kasların gevşemesi

IV. akciğer iç basıncının artması

olaylarından soluk alma (X) ve soluk vermede (Y) gerçekleşenler aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

	X	Y
A)	I ve II	III ve IV
B)	I ve III	II ve IV
C)	I ve IV	II ve III
D)	II ve IV	I ve III
E)	III ve IV	I ve II

3. Aşağıdaki grafikte omurgalı hayvanların metabolik faaliyetlerine bağlı olarak belirli bir özelliklerinin değişimi verilmiştir.



Buna göre X yerine,

I. solunum yüzey alanı,

II. hemoglobin miktarı,

III. alyuvar sayısı

değişkenlerden hangileri yazılabilir?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

4. **Aşağıdakilerden hangisi hemoglobinin özelliklerinden biri değildir?**

A) Demir elementi içerme

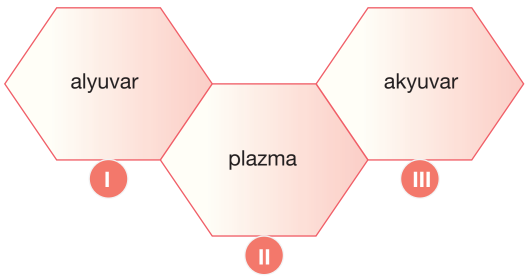
B) Alyuvar hücrelerinin içinde bulunma

C) Oksijen ile kolayca bağlanıp ayrılabilme

D) Kana kırmızı rengini verme

E) Ester bağı içerme

5. **İnsanlarda karbondioksitin taşınımı sırasında görev yapan karbonik anhidraz enzimi kana ait,**



kısımlarından hangilerinde bulunur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

6. **Doku hücrelerinde oluşan karbon dioksitin akciğerlerden atılmasına kadar geçen süreçte aşağıdaki olaylardan hangisi en son gerçekleşir?**

A) Bikarbonat iyonlarının plazmaya geçmesi

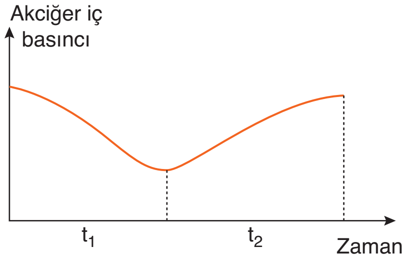
B) Karbonik asitin parçalanması sonucu CO_2 ve H_2O oluşması

C) Karbondioksitin doku sıvısından kan plazmasına geçmesi

D) Alyuvara giren karbondioksitin suyla birleşmesi

E) Karbonik asitin parçalanmasıyla oluşan hidrojen iyonlarının hemoglobine bağlanması

7. Aşağıdaki grafik soluk alıp verme sırasında akciğer iç basıncının değişimini göstermektedir.



Grafikle ilgili,

I. t_1'de soluk alınır, t_2'de soluk verilir.

II. t_1'de diyafram kası gevşeyerek kubbeleşir.

III. t_2'de göğüs boşluğu daralır ve akciğerin hacmi azalır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

8. **Omurgalı hayvanlar şubesinde yer alan aşağıdaki canlılardan hangisinin akciğerlerinde gaz alış verişi alveollerde gerçekleşir?**

A) Serçe B) Kurbağa C) Güvercin

D) Yılan E) Keçi

9. **İnsanda diyafram ve kaburga kaslarının gevşediği bir zaman diliminde aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşir?**

A) Akciğerlerin hacmi azalır.

B) Diyafram kası düzleşir.

C) Göğüs boşluğundaki iç basınç azalır.

D) Atmosferdeki hava akciğerlere dolar.

E) Karın boşluğunun hacmi azalır.

10. **Kanda karbon dioksit taşımı sırasında,**

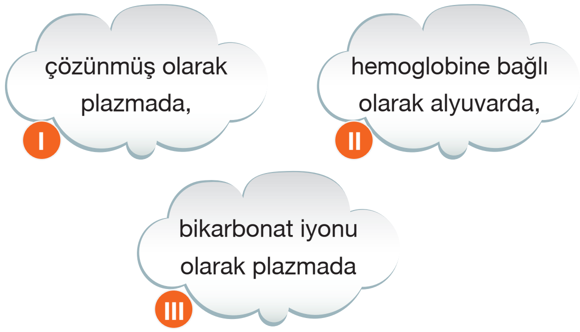
$$CO_2 + H_2O \underset{II}{\overset{I}{\rightleftharpoons}} H_2CO_3 \underset{IV}{\overset{III}{\rightleftharpoons}} H^+ + HCO_3^-$$

tepkimelerinden hangileri alveol kılcallarında gerçekleşir?

A) I ve II B) I ve III C) I ve IV

D) II ve IV E) III ve IV

11. **Kas hücrelerinde oksijenli solunum sonucu oluşan karbon dioksit molekülleri,**



yöntemlerinden hangileri ile akciğerlere doğru taşınabilir?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

Palme Yayınevi

12. **Aşağıdaki hastalıklardan hangisi solunum sistemi ile ilgili değildir?**

A) Astım B) Ülser C) Tüberküloz

D) Amfizem E) Zatürre

13. Sigaranın içinde yaklaşık olarak 4000 zararlı kimyasal madde bulunur.

Sigara kullanımı,

I. soluk borusunda sil miktarının ya da hareketinin azalması,

II. akciğer hücrelerinde bölünmeyi denetleyen genleri mutasyona uğratması,

III. solunum yoluna kan getiren damarlardaki akyuvar sayısının azalması

durumlarından hangilerine neden olduğu için insan sağlığını tehdit eder?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

1. C	2. A	3. E	4. E	5. A	6. B	7. D	8. E	9. A	10. D	11. E	12. B	13. E

2. TEST

1. **İnsanlara ait,**

I. beyin hücresi,

II. alveol kılcalı,

III. alveol boşluğu,

kısımlarındaki oksijen miktarının çoktan aza doğru sıralanışı nasıl olmalıdır?

A) I – II – III B) I – III – II C) II – I – III

D) III – I – II E) III – II – I

2. **Bir insanın alyuvardaki hemoglobin proteini,**

I. bikarbonat,

II. karbon dioksit

III. hidrojen iyonu,

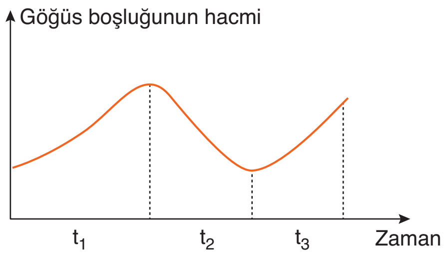
IV. oksijen

moleküllerinden hangilerine bağlanarak taşınmasına yardımcı olur?

A) I ve II B) II ve IV C) III ve IV

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

3. Aşağıdaki grafikte bir insanın soluk alış-verişi sırasında göğüs boşluğu hacminde meydana gelen değişimler verilmiştir.



Bu grafikle ilgili,

I. t_1'de diyafram ve kaburga kasları kasılır.

II. t_2'de soluk verme gerçekleşir.

III. t_3'de karın boşluğunun hacmi azalır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

4. **Aşağıdaki özelliklerden hangisi insanların solunum sistemi ile ilgili değildir?**

A) Solunum sisteminin vücudun içine doğru genişlemesi

B) Solunum yüzeyinin ince ve nemli olması

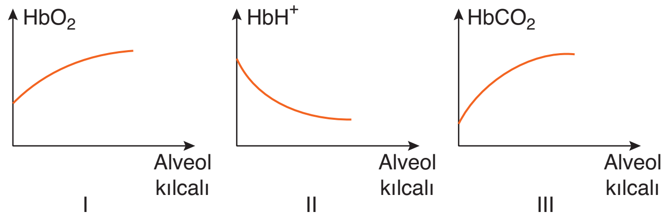
C) Akciğere bağlı hava keseleri bulundurma

D) Alveol yapılı akciğerlere sahip olma

E) Olgun alyuvarların çekirdeksiz olması

Palme Yayınevi

5. **Alveol kılcallarından geçmekte olan kanda,**



grafiklerinden hangileri gerçekleşmez?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

6. **Akciğerlerimiz ile ilgili,**

I. Bol miktarda düz kas içerirler.

II. Hem solunum hem de boşaltım organı olarak görev yaparlar.

III. Kanın pH değerinin ayarlanmasında böbrekler ile beraber çalışırlar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

7. **İnsanlara ait olan aşağıdaki damarlardan hangisinden geçmekte olan kanın pH değeri yükselir?**

A) Aort atardamarı
B) Alveol kılcalları
C) Kapı toplardamarı
D) Akciğer atardamarı
E) Böbrek toplardamarı

8. **İnsanlara ait olan,**

yapılarından hangileri solunum gazlarının taşınımında görev yaparlar?

A) Yalnız II
B) Yalnız III
C) I ve II
D) I ve III
E) II ve III

9. **İnsana ait solunum organı,**

I. ince ve nemli olması bir yüzeye sahip olma,
II. gaz değişimini aktif taşıma ile gerçekleştirme,
III. yüzeyinde kılcal damarlar bulundurma

özelliklerinden hangilerine sahiptir?

A) Yalnız II
B) Yalnız III
C) I ve II
D) I ve III
E) II ve III

10. **Alveol kılcallarından geçmekte olan kandaki,**

I. oksijen,
II. glikoz,
III. karbon dioksit

moleküllerinden hangilerinin miktarının artması beklenir?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve II
E) I ve III

11. **İnsanlarda,**

I. $Hb + CO_2 \longrightarrow HbCO_2$
II. $H^+ + HCO_3^- \longrightarrow H_2CO_3$
III. $Hb + O_2 \longrightarrow HbO_2$
IV. $CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$

tepkimelerinden hangileri doku kılcallarında gerçekleşir?

A) I ve II
B) I ve III
C) I ve IV
D) II ve IV
E) III ve IV

12. Aşağıda, insanlarda CO_2 taşımına ait iki farklı tepkime verilmiştir.

$$CO_2 + H_2O \underset{2}{\overset{1}{\rightleftarrows}} H_2CO_3$$

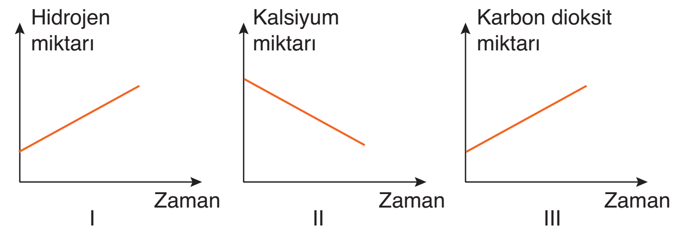
1 ve 2 numaralı tepkimeler için,

I. karbonik anhidraz enzimi tarafından denetlenme,
II. alyuvar hücrelerinde gerçekleşme,
III. doku kılcallarında meydana gelme

özelliklerinden hangileri ortaktır?

A) Yalnız II
B) I ve II
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III

13. **Sağlıklı bir insanın kanına ait,**



değişimlerden hangileri omurilik soğanını uyararak solunum hızlanmasına neden olur?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve II
E) I ve III

14. **Atmosferden alınan oksijen molekülü beyin kılcallarına ulaşıncaya kadar aşağıdaki yapılardan en son olarak hangisinden geçer?**

A) Bronş
B) Akciğer toplardamarı
C) Alveol
D) Aort
E) Soluk borusu

1. E	2. D	3. E	4. C	5. B	6. D	7. B	8. E	9. D	10. A	11. C	12. B	13. E	14. D

Boşaltım Sistemi

16. Ünite

Örnek Sorular

1. Oksijenli solunum olayında substrat olarak,

I. glikoz,

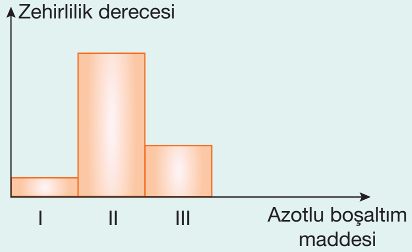
II. amino asit,

III. yağ asiti

moleküllerinden hangilerinin kullanılması durumunda amonyak oluşur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

2. Aşağıdaki grafikte üç farklı azotlu atığın zehirlilik dereceleri verilmiştir.



Bu maddeler ile ilgili aşağıda yapılan eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

	I	II	III
A)	Amonyak	Üre	Ürik asit
B)	Üre	Amonyak	Ürik asit
C)	Ürik asit	Amonyak	Üre
D)	Üre	Ürik asit	Amonyak
E)	Ürik asit	Üre	Amonyak

3. Azotlu atıklar olan,

a. amonyak,

b. üre,

c. ürik asit

molekülleri ile ilgili,

I. Karada yaşayan hayvanlar su kaybını azaltmak için a'yı b ya da c'ye çevirirler.

II. a'nın b ya da c'ye dönüştürülmesi sırasında enerji harcanır.

III. b ile atılan su miktarı c ile atılandan çoktur.

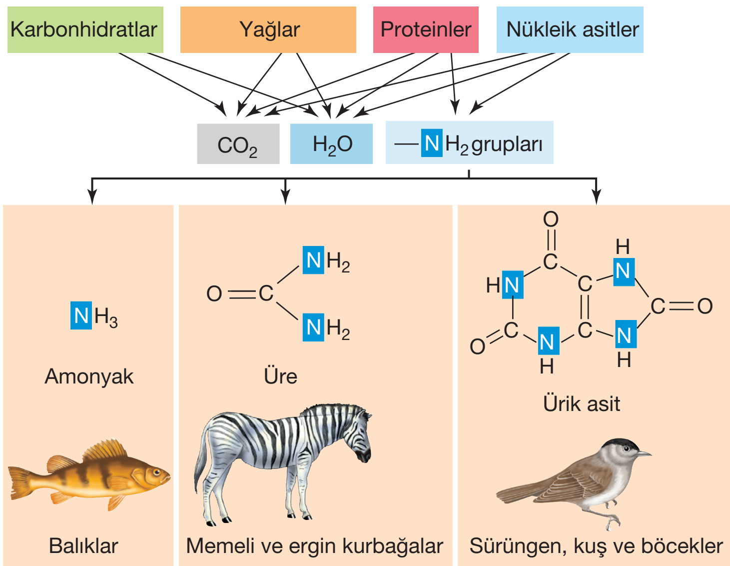
ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

- Hücrelerde metabolizma sonucu oluşan zararlı ya da işe yaramayan moleküllerin vücuttan uzaklaştırılmasına **boşaltım** denir.
- Boşaltım sistemi, metabolik atıkları vücudun dışına atarak vücudun iç dengesini koruyan bir sistemdir. Böylece homeostasi'ye büyük katkı sağlar.
- Boşaltım sisteminin görevleri aşağıdaki gibidir:
  - vücudun su ve tuz dengesinin korunması,
  - kan pH'ının belirli sınırlar içinde tutulması,
  - amonyak ve üre gibi toksik maddelerin vücuttan atılması,
  - alyuvar yapımını sağlayan eritropoietin hormonunun üretilmesi
- Hayvanların temel boşaltım maddeleri karbon dioksit, su, amonyak, üre ve ürik asittir.
- Bu moleküllerden karbon dioksit ve su, organik besinlerin oksijenli solunumda parçalanması sonucu oluşur.
- Hayvanlardaki en önemli boşaltım maddesi amonyaktır. Bu molekül;
  - amino asitlerin oksijenli solunumda kullanılması,
  - amino asitlerin glikoz gibi moleküllere dönüşmesi

  gibi olayların sonucunda açığa çıkar.
- Amonyak çok zehirli bir molekül olduğundan bol su ile seyreltilmesi gerekir. Bu nedenle azotlu atıklarını amonyak şeklinde atan canlılar, idrarla çok miktarda su kaybederler.

Not Karada yaşayan hayvanların çoğu su kaybını azaltmak için amonyağı ATP harcayarak üre ya da ürik asite çevirirler. Bu karada yaşayan hayvanlarda su kaybını azaltan bir adaptasyondur.

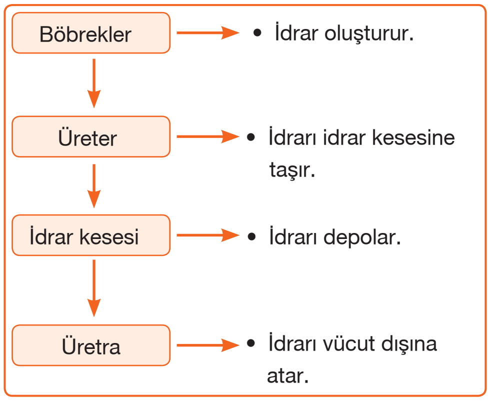


- **Aşağıda amonyak, üre ve ürik asit bazı özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır:**
  - Zehir miktarına göre: Amonyak > Üre > Ürik asit
  - Atılan su miktarına göre: Amonyak > Üre > Ürik asit
  - Dönüşüm için gereken ATP miktarına göre: Ürik asit > Üre > Amonyak.
  - Vücutta biriktirilebilme miktarına göre : Ürik asit > Üre > Amonyak

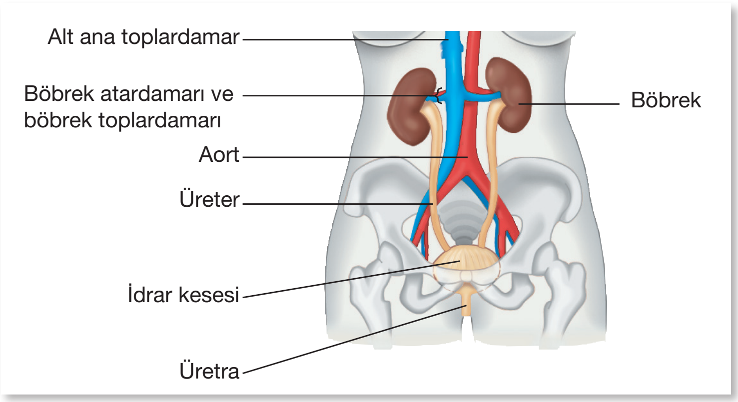
- Amonyaktan üre sentezlenmesi karaciğerde **ornitin döngüsü** ile gerçekleşir. Bu olayda çeşitli amino asitler (ornitin, sitrulin, arjinin), CO_2, H_2O ve ATP kullanılır.
- Bu tepkime $2NH_3 + CO_2 \rightarrow$ Üre + H_2O şeklinde özetlenebilir.

İNSANDA BOŞALTIM SİSTEMİ

- İnsanda boşaltım sistemi böbrekler, üreter (idrar kanalı), idrar kesesi (mesane) ve üretra (dış idrar kanalı) kısımlarından oluşur.



Boşaltım sistemimizi oluşturan yapılar



İnsanda boşaltım sistemi

A. BÖBREĞİN YAPISI

- Böbrekler, karın boşluğunun üst kısmında, omurganın iki yanında, bel hizasında bulunan 5 - 6 cm genişliğinde ve 12 cm boyunda fasulye şeklinde görünen iki organdır. Bir çift böbreğin çukur kısımları birbirine dönük olup, çukur olan kısımda böbreğe kan getiren **böbrek atardamarı** ile kanı böbrekten götüren **böbrek toplardamarı** bulunur.
- Böbrek atardamarı üre ve diğer atık ürünler bakımından zengin olan kanı böbreğe getirir. İdrar oluşumu ile böbreklerde temizlenen kan böbrek toplardamarı ile alt ana toplardamara iletilir. Oluşan idrar ise üreter ile idrar kesesine taşınır ve burada bir süre depolanıp üretra ile vücut dışına atılır.

Örnek Sorular

4. Böbreklerde oluşan idrar,

I. üreter,
II. idrar kesesi,
III. üretra,
IV. havuzcuk

yapılarından hangi sıra ile geçerek vücut dışına atılır?

A) I - II - III - IV
B) I - IV - II - III
C) II - IV - III - I
D) IV - I - II - III
E) IV - II - I - III

5. İnsanın boşaltım sistemine ait olan,

I. mesane,
II. böbrek,
III. üreter

yapılarından hangilerinde idrarın bileşiminde bir değişim olmaz?

A) Yalnız II
B) Yalnız III
C) I ve II
D) I ve III
E) I, II ve III

6. Böbrekte aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşmez?

A) İdrar oluşumu
B) Üre sentezi
C) Oksijenli solunum
D) Hormon sentezi
E) Aktif taşıma

1	A	2	C	3	E

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

7. **Böbrek atardamarındaki,**

I. oksijen,

II. üre,

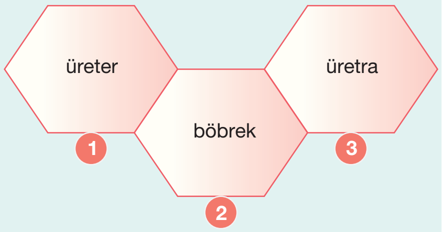
III. glikoz

moleküllerinden hangilerinin miktarı böbrek toplardamarına göre daha çoktur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

8. Aşağıda boşaltım sistemine ait olan üç yapı verilmiştir.



Bu yapılar ile ilgili,

I. İdrar oluşumu 2 nolu yapıda başlar 3 nolu yapıda biter.

II. 1 nolu yapıda gamet taşınımı olmaz.

III. 1 ve 3 nolu yapılardaki idrarın yapısı aynıdır.

ifadelerinden hangileri yanlıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

9. **Aşağıdaki yapılardan hangisi böbrek ile ilgili değildir?**

A) Havuzcuk B) Kabuk

C) Nöron D) Nefron

E) Malpighi piramitleri

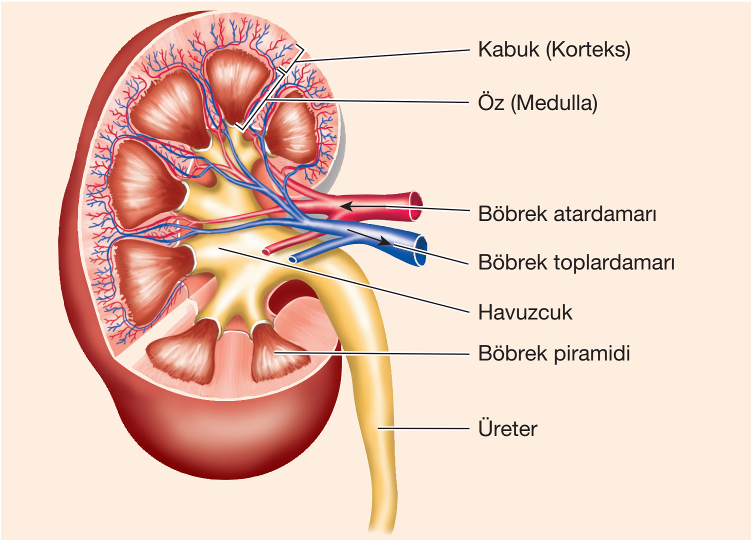
4	D	5	D	6	B

Palme Yayınevi

Not: Üretranın başlangıç kısmında bulunan ve idrarın vücuttan atılmasını yöneten iki kastan biri çizgili kastır. Bu kasın çalışması istemli gerçekleştiği için, idrar boşaltımı istemli olarak gerçekleştirilir. Bebeklerde ise bu kasın kontrolü henüz sağlanamadığı için idrar çıkışı istemsiz olarak gerçekleşir.

Not: Erkeklerde üretra kanalından farklı zamanlarda hem idrar hem de sperm atılır. Dişilerde ise üretra kanalından sadece idrar atılır.

- Böbrek yapısal olarak dıştan içe doğru; kabuk (korteks), öz (medulla) ve havuzcuk (pelvis) olmak üzere üç bölgeden oluşur.
- **Kabuk bölgesi :** Böbreğin en dış kısmında bulunur. İdrar oluşumunu sağlayan yapıların çoğu bu bölümde yer alır.
- **Öz bölgesi :** Kabuk ile havuzcuk kısmı arasında kalan bölgedir. İdrarın havuzcuğa taşınmasını sağlayan toplama kanalları bulunur. İdrar toplama kanalları bir araya gelerek piramit görünümlü demetler oluşturur. Bu bölgelere **böbrek piramitleri** (malpighi piramitleri) adı verilir.
- **Havuzcuk :** Böbreğe giren üreterin baş kısmının genişlemesiyle oluşmuş bir kesedir. İdrar toplama kanallarının açıldığı bu bölgede idrar biriktirilir.

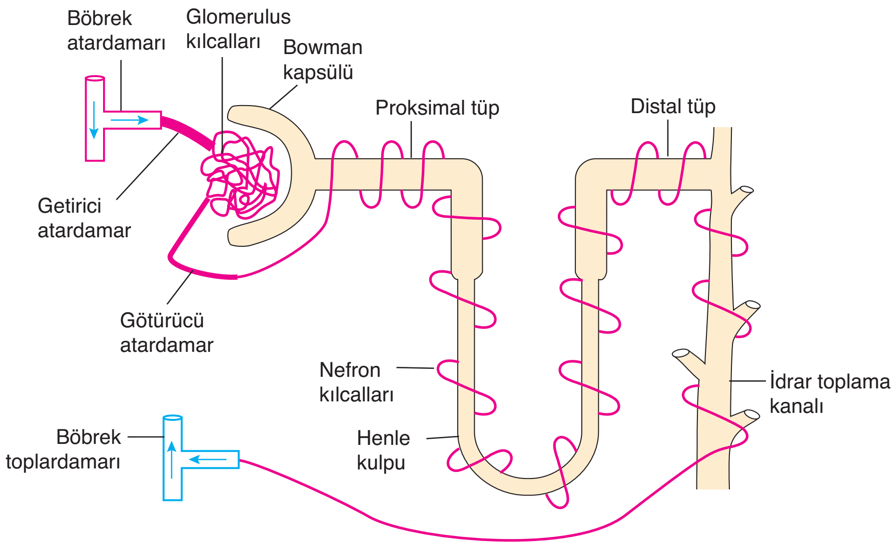


İnsanda böbrek yapısı

B. NEFRONUN YAPISI :

- Böbreğin yapı ve görev birimi nefronlardır. Bir böbrekte yaklaşık olarak 1 milyon nefron bulunur.
- İnsan böbreğindeki nefronların %85'ini medulla'ya kısmen girmiş olan **kortikal nefronlar**; geri kalanını ise medullanın derinliklerine kadar uzanan **jukstamedular nefronlar** oluşturmaktadır.
- Bir nefron; glomerulus kılcalları, bowman kapsülü, proksimal tüp, henle kulpu ve distal tüp olarak adlandırılan kısımlardan oluşur.

➢ Aşağıda nefronun basitleştirilmiş şeması verilmiştir.



➢ Bowman kapsülü ve glomerulus kılcalları birlikte **malpighi cisimciği** olarak adlandırılır.

➢ **Bowman kapsülü** tek sıralı yassı epitelden oluşan bir yapı olup glomerulusun etrafını sarar. Bu yapı glomerulustan süzülen kanın nefron kanallarına geçmesini sağlar.

➢ **Glomerulus**, bowman kapsülünün içini dolduran bir kılcal damar yumağıdır. Bowman kapsülüne giren getirici atardamar, glomerulus yumağını oluşturan kılcallara ayrılır. Bu kılcallar birleşerek götürücü atardamar olarak bowman kapsülünden çıkar. Çıkan bu atardamar nefron kanallarını saran nefron kılcallarını oluşturur. Bu kılcalların birleşmesi ile böbrek toplardamarı meydana gelir.

NOT: Nefron kanallarını saran kılcal damarlar olmasaydı, süzülme ile bowman kapsülüne geçen sıvıdaki glikoz ve amino asit gibi yararlı moleküller geri emilemez, idrarla atılırdı.

NOT: Getirici atardamarın çapı, götürücü atardamarın çapına göre daha geniştir. Bu durum glomerulus kılcallarındaki kan miktarının ve kan basıncının artmasına neden olur.

➢ Bowman kapsülünün devamı olan nefron kanalcığı **proksimal tüp**, **henle kulpu** ve **distal tüp**ten oluşur. Distal tüp ise **idrar toplama kanal**ına bağlanır.

➢ İdrar toplama kanalı böbreğin öz bölgesinde bulunan malpighi piramitlerini oluşturur. Bu yapılar ise idrarın toplandığı havuzcuk bölümüne bağlanır.

NOT: Jukstamedular nefrona ait olan glomerulus kılcalları, bowman kapsülü, proksimal tüp ve distal tüp kısımları böbreğin kabuk; henle kulpu ise böbreğin öz bölgesinde yer alır.

Örnek Sorular

10. **Böbreğin temel birimi olan nefronlar ile ilgili,**

I. Böbreğin kabuk ve öz bölgesinde bulunurlar.

II. İdrar oluşumunun gerçekleştiği yapılardır.

III. Amonyağı daha az zehirli olan üreye dönüştürürler.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

11. **Bazı hayvanlarda, üretilen amonyağın, üre ya da ürik asit moleküllerine dönüştürülebilmesinin, vücuda sağladığı <u>en önemli</u> yarar aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Amino asit moleküllerinden, amino grubunun ayrılması

B) Nefronlarda aktif taşımanın sağlanması

C) Su kaybının azalması

D) Amino asitlerin protein sentezinde tekrar kullanılabilmesi

E) Amino asitlerin, ara reaksiyonlarından geçerek enerji üretiminde kullanılabilmesi

(1992 – ÖYS)

12. Glomerulus kılcalları ile bağlantılı olan getirici atardamarın çapı götürücü atardamara göre daha geniştir.

Bu durum glomerulus kılcallarındaki,

I. seçici geçirgenlik,

II. kan miktarı,

III. kan basıncı

özelliklerinden hangilerinin artmasına neden olur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

7	E	8	A	9	C

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

13. **Karaciğerde ornitin döngüsü ile sentezlenen üre molekülü idrarla atılıncaya kadar aşağıda verilen yapılardan hangisinden geçmez?**

A) Proksimal tüp

B) Akciğer toplardamarı

C) Böbrek toplardamarı

D) Glomerulus kılcalları

E) Havuzcuk

14. **Böbreğe ait olan glomerulus kılcalları,**

I. epitel dokudan oluşma,

II. iki atardamar arasında bulunma,

III. kan basıncının yüksek ve sabit olması,

IV. madde geçişinin tek yönlü olması

özelliklerinden hangileri ile vücut kılcallarından ayrılır?

A) I ve III B) II ve IV C) I, II ve IV

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

15. **Süzülme ile glomerulus kılcallarından bowman kapsülüne geçen üre molekülleri nefrona ait,**

I. proksimal tüp,

II. henle kulpu,

III. distal tüp

yapılarından hangi sıra ile geçer?

A) I - II - III B) I - III - II

C) II - I - III D) II - III - I

E) III - II - I

10	B	11	C	12	D

Glomerulus kılcalları, diğer vücut kılcallarından işlevi gereği farklı özelliklere sahiptir. Aşağıdaki tabloda bu özellikler karşılaştırılmıştır.

Glomerulus Kılcalları	Vücut Kılcalları
• Getirici ve götürücü atardamarlar arasında yer alır. • Kan basıncı vücut kılcallarına göre daha yüksek ve sabittir. • Yüksek kan basıncına dayanabilmek için iki katlı yassı epitel dokudan (endotel) oluşur. • Yüksek kan basıncının etkisiyle sadece madde çıkışı (süzülme) olur. Madde geçişi tek yönlü gerçekleşir.	• Bir atardamar ile bir toplardamar arasında yer alır. • Kan basıncı glomerulus kılcallarına göre daha düşük olup, atardamar ucundan toplardamar ucuna doğru gittikçe azalır. • Tek katlı yassı epitel dokudan oluşur. • Atardamar ucundan madde çıkışı (süzülme), toplardamar ucundan ise madde girişi (geri emilim) olur. Madde geçişi çift yönlüdür.

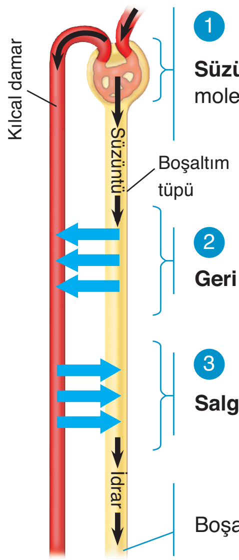
NOT: Glomerulus kılcallarının yapısal özellikleri, bu damarlara hem yüksek kan basıncına dayanma özelliği kazandırır hem de protein ve kan hücrelerinin kılcallardan dışarıya çıkmasını engeller.

NOT: Karaciğerde sentezlenen üre molekülü en kısa yoldan idrarla atılana kadar aşağıdaki yapılardan verilen sıra ile geçer :

Karaciğer → Karaciğer toplardamarı → Alt ana toplardamar → Sağ kulakçık → Sağ karıncık → Akciğer atardamarı → Akciğer → Akciğer toplardamarı → Sol kulakçık → Sol karıncık → Aort → Böbrek atardamarı → Getirici atardamar → Glomerulus kılcalları → Bowman kapsülü → Proksimal tüp → Henle kulpu → Distal tüp → İdrar toplama kanalı → Havuzcuk → Üreter → İdrar kesesi → Üretra

C. NEFRONLARDA İDRAR OLUŞUMU

➢ Nefronlarda idrar oluşumu süzülme, geri emilim ve salgılama olayları ile gerçekleşir.



1 **Süzülme :** Kan basıncının etkisiyle kanda bulunan ve zardan geçebilen moleküller Bowman kapsülüne geçer.

2 **Geri emilme :** Süzüntüdeki bazı moleküller nefrondan kana geri döner.

3 **Salgılama :** Bazı zehirli moleküller ve iyonlar kandan nefrona geçer.

Boşaltım. Değişime uğramış süzüntü (idrar), sistemi ve vücudu terk eder.

İdrar oluşumunun temel basamakları

1. Süzülme

- Yüksek kan basıncının etkisiyle glomerulus kılcallarında bulunan ve zardan geçebilecek büyüklükte olan moleküllerin bowman kapsülüne geçmesine **süzülme** denir. Glomerulus kılcalları, su ve suda çözünmüş küçük moleküllere geçirgenken; kan hücreleri ve plazma proteinleri gibi büyük moleküllere karşı geçirgen değildir.
- Süzülen sıvıda su, glikoz, amino asit, vitamin, mineral, üre, ürik asit, amonyak ve kreatin gibi moleküller bulunur.
- Kan hücreleri, plazma proteinleri ve yağ molekülleri süzülme ile bowman kapsülüne geçemez.

NOT: Süzülme ile bowman kapsülüne geçen sıvı yapısal olarak doku sıvısına benzer.

- Süzülme glomerulus kılcallarından bowman kapsülüne doğru pasif taşıma ile tek yönlü olarak gerçekleşir. Bu nedenle süzülme olayında ATP harcanmaz.
- Süzülme hızını kan basıncı, sıcaklık ve kandaki madde derişimi gibi faktörler etkiler.

NOT: Soğuk havalarda kılcallarının büzülmesi nedeniyle kan basıncı artar. Bu durum süzülme hızını ve oluşan idrar miktarını artırır. Ayrıca korku ve heyecanlanma gibi durumlarda metabolizmanın hızlanması oluşan idrar miktarını artırır.

- Bir çift böbrekten normal koşullar altında bir günde 1600 L kan geçer. Bu büyük hacmin 180 L glomeruluslardan süzülür. Her gün ortalama 1,5 - 2 L idrar çıkarttığımız düşünülürse, glomeruluslardan süzülen sıvı hacminin %99'unun geri emilmesi gerekir.

2. Geri Emilim

- Süzülme ile glomerulustan bowman kapsülüne geçen sıvıda bulunan yararlı maddelerin (su, glikoz, amino asit, mineral gibi) nefron kanallarında ilerlerken bunları saran kılcal damarlara geçerek yeniden dolaşıma katılmasına **geri emilim** denir.
- Geri emilim olayı madde derişimine göre osmoz, difüzyon ve aktif taşıma ile gerçekleşir. Nefron kanalcıklarının hücrelerinde bol miktarda mitokondri bulunur.
- Geri emilim olayı proksimal tüp, henle kulpu, distal tüp ve idrar toplama kanalında gerçekleşir.

a. Proksimal tüp :

- Su, glikoz, amino asitler, vitamin, bikarbonat, amonyum, klor, potasyum ve sodyum iyonları geri emilir.

NOT: Proksimal tüp içindeki süzüntünün hacmi azalırken, çözünmüş madde konsantrasyonu (osmolorite) yaklaşık olarak aynı kalır. Bu madde konsantrasyonu kan plazmasıyla aynıdır ancak bileşimi farklıdır.

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

16. İdrar oluşumunun ilk basamağı olan süzülme olayı ile ilgili,

I. Bowman kapsülünden glomerulus kılcallarına doğru gerçekleşir.

II. Kanın ozmotik basıncının artması süzülme hızını artırır.

III. Pasif taşıma ile gerçekleştiğinden ATP harcanımına neden olmaz.

IV. Kandaki zararlı madde miktarının azalmasına neden olur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve III B) I ve IV C) II ve III D) II ve IV E) III ve IV

17. Sağlıklı bir insanın bowman kapsülünde aşağıdaki moleküllerden hangisi <u>bulunmaz</u>?

A) Kalsiyum B) Hemoglobin C) Glikoz D) Üre E) Vitamin

18. Sağlıklı bir insanda, boşaltım sistemine ait aşağıdaki yapıların hangisinde bulunan sıvının bileşimi, kan plazmasına büyük ölçüde benzerlik gösterir?

A) Bowman kapsülü

B) Havuzcuk

C) Üreter

D) Mesane

E) Üretra

(2013 – LYS)

13	C	14	D	15	A

Örnek Sorular

19. İdrar oluşumunun ikinci basamağı olan geri emilim olayı ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?

A) Nefron kanallarından nefron kılcallarına doğru gerçekleşir.

B) Süzülme ile bowman kapsülüne geçen glikoz gibi yararlı moleküllerin idrarla atılmasını önler.

C) Bazı maddeler pasif, bazı maddeler ise aktif taşıma ile geri emilir.

D) En yoğun olarak gerçekleştiği bölüm henle kulpudur.

E) Bazı maddelerin geri emilimi hormonlarla kontrol edilir.

20. Uzun süre su içemeyen bir bireyde,

I. böbrek tübüllerindeki su geri emiliminin artması,

II. hipotalamus tarafından uyarılan hipofiz bezinden ADH salgılanması,

III. kandaki su miktarının azalmasına bağlı olarak kanın ozmotik basıncının artması

olayları hangi sıra ile gerçekleşir?

A) I - II - III B) II - I - III C) II - III - I D) III - I - II E) III - II - I

21. Aynı cinse ait, büyüklükleri aynı iki fare türünden biri çölde, diğeri ılıman bölgede yaşamaya uyum sağlamıştır.

Bu türlerin boşaltım sistemi ile ilgili olarak, aşağıdakilerden hangisi, çölde yaşamayı kolaylaştıran bir uyumdur?

A) Üreterlerin oransal olarak daha kısa olması

B) Böbreklerinin oransal olarak daha fazla sayıda nefron taşıması

C) Henle kulpunun oransal olarak daha uzun olması

D) İdrar kesesinin oransal olarak daha büyük olması

E) Glomerulus yumaklarının oransal olarak daha büyük olması

(1997 – ÖYS)

16	E	17	B	18	A

b. Henle Kulpunun İnen Kolu :

➢ Henle kulpunun inen kolu suya karşı oldukça geçirgendir. Ancak tuz ve diğer çözünmüş maddelere karşı fazla geçirgen değildir. Bu nedenle inen kol boyunca su osmozla çevresindeki derişimi yüksek olan doku sıvısına geçer ve inen kol boyunca akan süzüntünün madde konsantrasyonu giderek artar.

NOT: Çöl gibi kurak bölgelerde yaşayan memeli hayvan türlerinin henle kulpları oldukça uzundur ve öz bölgesinin derinliklerine kadar uzanır. Bu adaptasyon sayesinde suyun geri emilimi artar ve idrarla atılan su miktarı azalır (derişik idrar).

c. Henle Kulpunun Çıkan Kolu :

➢ Henle kulpunun çıkan kolu, inen kolun tersine tuz ve çözünmüş maddelere karşı geçirgen, suya karşı geçirgen değildir. İçinde yoğun tuz bulunan süzüntü yukarı doğru (kortekse doğru) çıkarken, tuz doku sıvısına geçer.

➢ Tuzun doku sıvısına geçişi öz bölgesi kısmında difüzyonla, kortekse doğru olan kısımda ise aktif taşıma ile gerçekleşir. Bu şekilde tuzun kaybedilmesi ancak suyun kalması sonucunda, süzüntü, kulpun çıkan kolundan kortekse doğru ilerledikçe giderek daha seyreltik hale gelir.

NOT: Henle kulpunun inici ve çıkıcı kollarında süzüntü birbirine ters yönde ilerler. Bu sayede, öz bölgesindeki doku sıvısının yüksek tuz konsantrasyonunu koruması sağlanır. Bu durum suyun geri emilmesi ve böbreğin yoğun idrar oluşturma yeteneğini koruması bakımından oldukça önemlidir.

d. Distal Tüp :

➢ Vücut sıvılarının K^+ ve NaCl derişimlerinin ayarlanmasında önemli rol oynar. Ayrıca distal tüp hücreleri kontrollü olarak H^+ salgılayıp, bikarbonat (HCO_3^-) geri emilimini sağlayarak pH düzenlenmesine katkı yapar.

➢ Distal tüpteki su emilimi ADH, tuz emilimi aldosteron, kalsiyum emilimi ise parathormon ile denetlenir.

➢ Kandaki su miktarı azalması durumunda sırasıyla aşağıdaki olaylar gerçekleşir:

- Kanın osmotik basıncı artar ve hipotalamus uyarılır.
- Hipotalamus tarafından uyarılan hipofiz bezi kana ADH salgılar.
- ADH'ın etkisiyle nefron kanallarındaki aquaporin miktarı artar ve su geri emilimi hızlanır.
- Kandaki su miktarı artarak normale döner. İdrarla atılan su miktarı azalır.

NOT ADH hormonunun etkisiyle, idrar toplama kanalındaki hücrelerin zarında bulunan aquaporin kanallarının sayısı artar. Su emilimini sağlayan bu kanalların etkisiyle idrarla atılan su miktarı azalır.

NOT ADH'ın normalden çok salgılanması durumunda hipertonik idrar oluşur. ADH'ın az salgılanması durumunda ile idrarla atılan su miktarı artar ve hipotonik idrar oluşur.

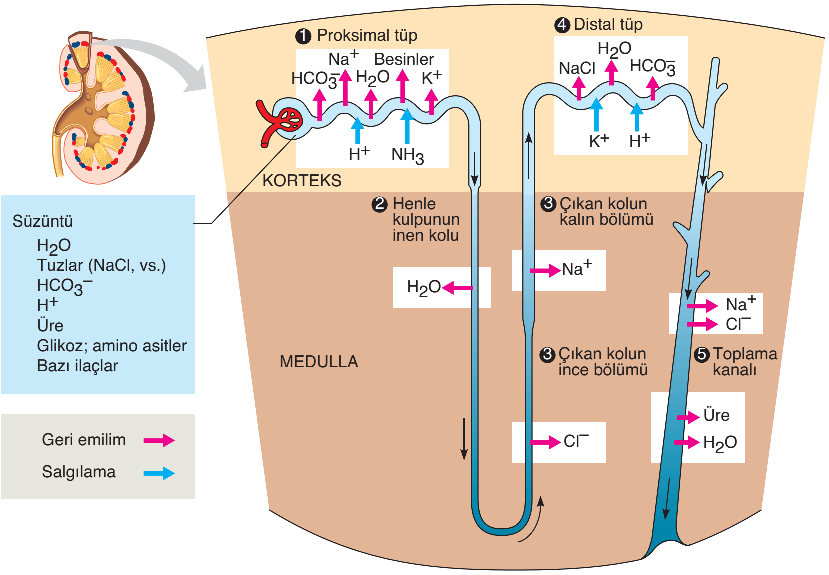
NOT Alkol, hipofiz bezinden salgılanan ADH miktarını azaltır. Bu durum alkol alan bireylerin çok sık idrara çıkmasına neden olur.

- Aldosteron hormonu böbrek üstü bezinin korteks kısmında salgılanır. Bu hormonun etkisiyle böbreklerde sodyum geri emilimi artarken potasyumun geri emilimi azalır.
- Paratiroit bezinden salgılanan parathormonun etkisi ile böbreklerdeki Ca^{++} emilimi hızlanır. Böylece kandaki Ca^{++} miktarı artarken idrarla atılan Ca^{++} miktarı azalır.

e. Toplama Kanalı :

- NaCl, su ve üre geri emilimi gerçekleşir. Toplama kanallarına geçmiş olan süzüntüdeki suyun büyük bir bölümü hormonal kontrol altında geri emilir. Suyun geri emilmesi ile toplama kanalından aşağıya doğru akan süzüntü giderek yoğunlaşır.
- Toplama kanalı öz bölgesinin iç kısmında üreye karşı geçirgen hale gelir ve bir miktar üre difüzyon ile geri emilir.

NOT Geri emilim olayı idrar toplama kanalında tamamlanır.



Nefron kanallarında gerçekleşen idrar oluşumu

Örnek Sorular

22. Bir insanın, belirli bir süre içinde, vücuduna aldığı sıvıdan daha fazla miktarda idrar çıkarmasına,

I. böbrek atardamarında kan basıncının azalması,

II. böbrek kanallarından suyun geri emilimini sağlayan hormonun normalden az salgılanması,

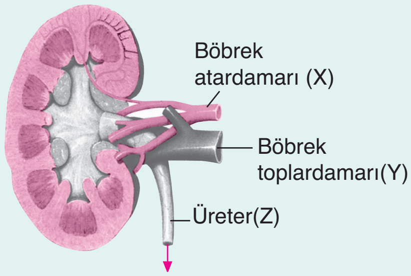
III. böbreklerden geçen kan akım hızının azalması

durumlarından hangileri neden olabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

(2003 – ÖSS)

23.



Sağlıklı bir insanın böbreğine ait X, Y ve Z yapıları ile ilgili,

I. X'teki glikoz miktarı, Y'dekinden çoktur.

II. Y'de üre gibi metabolik atıklar bulunmaz.

III. Z böbreklerde oluşan idrarı, idrar kesesine taşır.

IV. X ve Y'deki alyuvar sayısı eşittir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) III ve IV C) I, II ve IV
D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

24. Memeli hayvanların nefronlarında Henle kulpu daha kısa olsaydı aşağıdakilerden hangisinin ortaya çıkması beklenirdi?

A) Konsantre (yoğun) idrar oluşturabilme yeteneğinde azalma olması

B) Nefronda birim zamanda süzülen madde miktarında artış olması

C) Üre oranı yüksek idrar oluşması

D) Oluşan idrarın pH değerinin düşük (asidik) olması

E) Hayvanın birim zamanda içeceği su miktarında azalma olması

(2011 – LYS)

19	D	20	E	21	C

Örnek Sorular

25. **Sağlıklı bir insanın idrarında,**

I. glikoz,

II. alyuvar,

III. üre,

IV. mineral

moleküllerinden hangileri <u>bulunamaz</u>?

A) I ve II B) I ve IV C) III ve IV

D) I, II ve IV E) II, III ve IV

26. Tabloda, sağlıklı bir insanın kan plazması ve idrarındaki bazı maddelerin yaklaşık miktarları verilmiştir.

	Kan plazmasındaki miktar	İdrardaki miktar
K (mg/dL)	100	0
L (mEq/L)	140	90
M (mg/dL)	15	900

Buna göre tabloda üre, sodyum ve glikozu gösteren K, L ve M harflerinin doğru karşılıkları aşağıdakilerin hangisinde verilmiştir?

	K	L	M
A)	Üre	Glikoz	Sodyum
B)	Üre	Sodyum	Glikoz
C)	Glikoz	Sodyum	Üre
D)	Glikoz	Üre	Sodyum
E)	Sodyum	Glikoz	Üre

(2016 – LYS)

27. **İnsan böbreğinde yer alan aşağıdaki yapıların hangisinin içeriği, dışarıya atılan idrar ile aynı bileşimdedir?**

A) Glomerulus B) Bowman kapsülü

C) Henle kulpu D) Distal tüp

E) Havuzcuk

(2017 – LYS)

22	B	23	D	24	A

- Bir maddenin kandaki normal değerine **eşik değer** denir. Bir maddenin kandaki yoğunluğu eşik değerin üzerinde ise bu değeri aşan kısım nefron kanalcıklarında geri emilmez, idrarla dışarı atılır.
- Şeker hastalarında insülin yetersizliğinden dolayı kandaki glikoz hücrelere geçemez ve kanda eşik değerin üzerindeki miktarlarda bulunur. Bu nedenle glikozun fazlası idrarla atılır. Sağlıklı bireylerin idrarlarında glikoz bulunmaz.

Not Sağlıklı insanlarda glikoz ve amino asitlerin %100'ü, suyun %99'u, sodyumun %99,5'i, ürenin ise belirli bir kısmı geri emilime uğrayarak kana döner.

Not Nefron kanallarında ilerleyen sıvıdaki üre miktarı azalırken, ürenin derişimi artar.

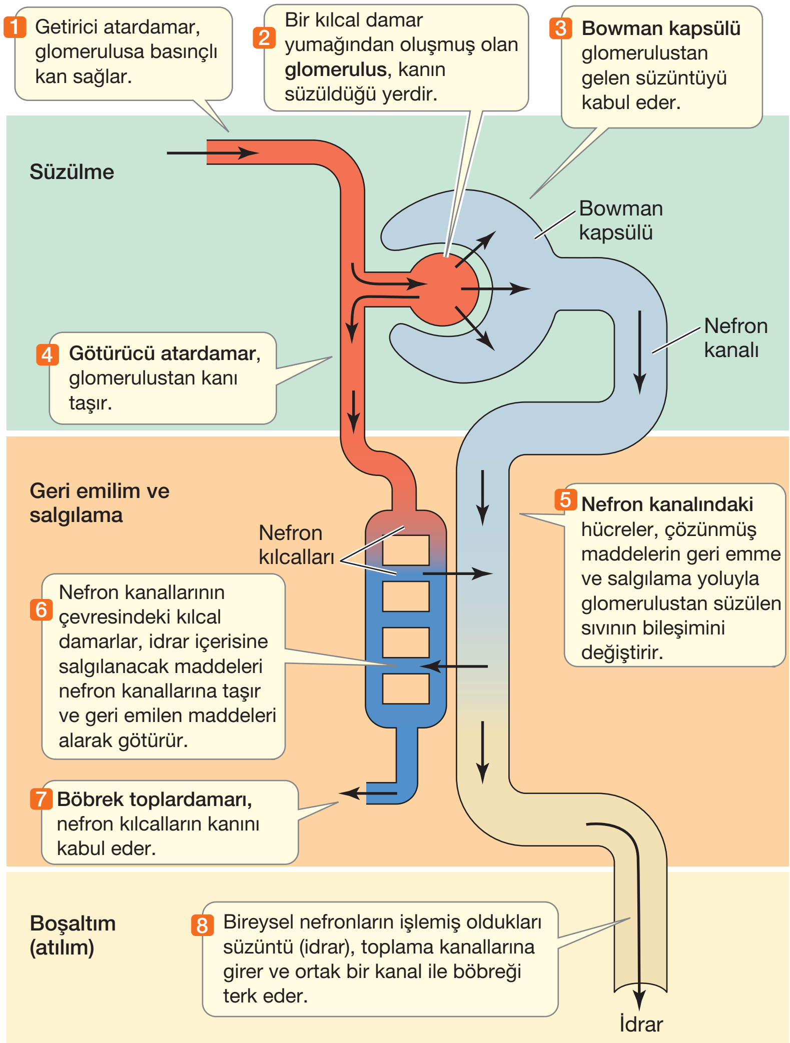
c. Salgılama:

- Kanalcıkları saran kılcal damarlardan nefron kanallarına madde geçişine **salgılama** veya **aktif boşaltım** denir.
- Salgılama olayının yönü geri emilim olayının tam tersidir.

Not Salgılama olayı aktif taşıma ile gerçekleştiği için ATP harcanır.

- Salgılama ile penisilin gibi bazı ilaçlar, boya maddeleri, amonyak, bikarbonat, hidrojen iyonları, potasyum iyonları gibi bazı maddeler kandan nefron kanalcıklarına geçer.
- Sağlıklı olmayan bireylerde kanda eşik değerin üzerinde bulunan glikoz, amino asit ve vitamin gibi maddeler de salgılama ile kandan uzaklaştırılır.
- Sağlıklı bir bireyde gerçekleşen süzülme, geri emilim ve salgılama olayları sonucunda idrar oluşur. İdrarın yapısında,
  - Su, üre, ürik asit, kreatin, bazı vitaminler, ilaç atıklar, amonyak ve bazı mineraller bulunur.
  - Glikoz, amino asit, kan proteinleri, kan hücreleri ve yağ molekülleri bulunmaz.
- Süzülme, geri emilime ve salgılama olayları sonucu oluşan idrar böbreğin havuzcuk kısmında toplanır. Havuzcuktaki idrar, üreter aracılığı ile idrar kesesine iletilir. İdrar kesesinde biriken idrar, idrar kesesinin duvarındaki düz kasların kasılıp gevşemesi ile üretra ile dışarı atılır.

Palme Yayınevi



Nefronda idrar oluşumunun özeti

Madde yoğunlukları	Böbrek atardamarı	Böbrek toplardamarı
Su	Fazla	Az
Glikoz	Fazla	Az
Oksijen	Fazla	Az
Üre	Fazla	Az
Vitamin	Fazla	Az
Tuz	Fazla	Az
Karbondioksit	Az	Fazla
Plazma proteini	Eşit	Eşit
Alyuvar hücresi	Eşit	Eşit

Böbrek atardamarı ve böbrek toplardamar içeriğindeki madde yoğunluklarının karşılaştırılması

Örnek Sorular

28. Normal olarak, sağlıklı bir insanın nefronlarında aşağıdakilerin hangisinde verilen olay gerçekleşmez?

A) Toplama kanalında üre yoğunluğunun artırılması

B) Suyun ozmosla geri emilmesi

C) Hidrojen iyonlarının aktif taşınma ile distal tübüle salgılanması

D) Sodyum iyonlarının aktif taşınma ile geri emilmesi

E) Plazma proteinlerinin Bowman kapsülü içerisine geçmesi

(2012 – LYS)

29. Sağlıklı bir insanda, kandaki çeşitli maddelerin idrarla atılma hızı matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilir:

Maddenin idrarla atılma hızı = Filtrasyon hızı (Süzülme) − Geri emilim hızı + Salgılanma hızı (aktif boşaltım)

Buna göre maddelerin atılma hızıyla ilgili,

I. Nefronda geri emilimi olmayan ve tüpler içerisine de salgılanmayan bir maddenin atılma hızı, süzülme hızına eşittir.

II. Nefronda glomerulustan süzülen, geri emilimi olmayan, fakat tüpler içerisine de salgılanan bir maddenin atılma hızı süzülme hızından daha yüksektir.

III. Nefronda glomerulustan süzülen, bir kısmı tüplerden geri emilen bir maddenin atılma hızı, süzülme hızından daha yüksektir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

(2015 – LYS)

30. İdrar oluşumunda meydana gelen olaylar ile ilgili,

I. Süzülme glomerulus kılcallarından Bowman kapsülüne doğru gerçekleşir.

II. Geri emilim olayında taşıyıcı proteinler görev yapar.

III. Salgılama olayında ATP harcanır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

25	A	26	C	27	E

Örnek Sorular

31. **Böbreklerdeki idrar oluşumu ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?**

A) Salgılamanın yönü geri emilim olayının tam tersidir.

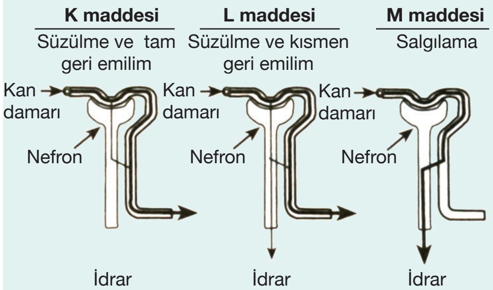
B) Geri emilim olayı proksimal tüpte başlayıp idrar toplama kanalında sonlanır.

C) Süzülme ile bowman kapsülüne geçen sıvı doku sıvısına benzer.

D) Nefron kanallarında üre gibi zararlı maddeler geri emilime uğramaz.

E) Salgılama ve geri emilim olaylarında ATP harcanabilir.

32. Normal bir insanda K, L ve M olarak adlandırılan üç madde ile ilgili olarak nefronda gerçekleşen bazı olaylar aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Bu üç maddenin üre, aminoasit ve penisilin olduğu bilindiğine göre aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

	Üre	Aminoasit	Penisilin
A)	K	L	M
B)	K	M	L
C)	L	K	M
D)	L	M	K
E)	M	K	L

(2010 –LYS)

33. **İnsanlarda,**

I. deri,

II. böbrek,

III. akciğer

organlarından hangileri üre atılımında görev yapar?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

28	E	29	D	30	E

Boşaltımı Sağlayan Yapıların Homeostasi Açısından Önemi

➢ Homeostatik dengenin sağlanmasında üriner sistemle beraber deri, akciğer, karaciğer ve sindirim kanalı gibi yapılarda görev yapar.

➢ Bu yapıların homeostatik dengeye sağladığı katkılar aşağıda özetlenmiştir:

a. Böbrekler

➢ Böbreklerin görevleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Kandaki ürenin fazlasını uzaklaştırır.
- Vücudun su ve mineral dengesini korur.
- Uzun süreli açlık durumlarında amino asitlerden ve yağ asitlerinden glikoz dönüşümünü sağlayarak kan şekerini dengeler.
- Kan hücrelerinden alyuvar yapımının düzenlenmesinde görev alır. Böbreklerden salgılanan eritropoietin hormonu kemik iliklerini uyararak alyuvar yapımını sağlar. Bu nedenle böbrek yetmezliği olan kişilerde kansızlık (anemi) görülür.
- D vitamini aktifleştirir ve kana salgılar.
- Akciğerler ile beraber kanın pH değerini sabit tutar.

b. Akciğerler

➢ Hücrelerde karbonhidrat ve yağ metabolizması sonucu oluşan karbondioksit dolaşım sistemiyle akciğerlere taşınır ve solunum sistemi ile dışarı atılır.

➢ Akciğerlerden karbondioksitin uzaklaştırılması kan pH'sının 7.4 civarında sabit tutulmasında önemli rol oynar. Ayrıca fazla ısının dışarı atılmasına yardımcı olur.

c. Deri

➢ Deride bulunan ter bezlerinin salgıladığı ter adı verilen sıvının bileşimi, seyreltik idrar gibidir. Ter içerisinde suyla birlikte az miktarda tuz, üre ve ürik asit bulunur. Terleme ile bu atık maddeler vücuttan uzaklaştırılarak boşaltıma katkı sağlanır.

d. Karaciğer

➢ Amino asitlerin yıkımı sonucu oluşan çok zehirli amonyağı (NH_3), ''ornitin döngüsü'' adı verilen bir dizi tepkime sonucu daha az zehirli olan üreye çevirir. Üre, amonyağa oranla daha az suyla (derişik olarak) atılır. Bu durum su kaybını azaltan önemli bir adaptasyondur.

➢ Karaciğerde ilaç kalıntıları, alkol gibi zararlı maddeler daha az zararlı hâle getirilir.

➢ Yaşlı alyuvarların karaciğerde parçalanması sonucu bilirubin oluşur. Bu molekül safra suyu ile beraber ince bağırsağa gönderilir.

Boşaltım Sistemi Rahatsızlıkları

Böbrek Taşları : Kalsiyum gibi bazı minerallerin böbreklerde birikmesi sonucu oluşurlar. Genellikle havuzcuk kısmında oluşan bu taşlar idrar yollarından aşağıya doğru ilerledikçe çok şiddetli ağrılara neden olurlar.

Üremi : Böbreğin tam olarak çalışmaması sonucunda kandaki üre, ürik asit ve kreatin gibi azotlu bileşiklerin artması durumudur.

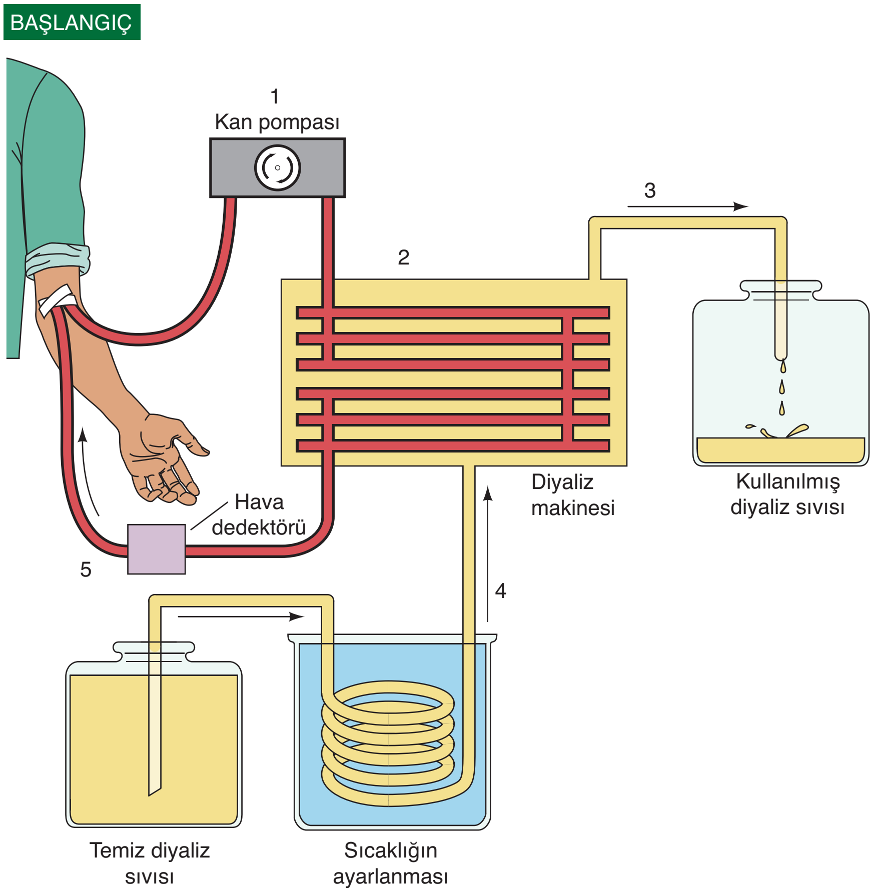
Böbrek Yetmezliği : Böbreklerin fonksiyonlarını yeterli seviyede yapamaması durumudur. Bunun sonucunda idrar oluşumu yavaşlar ya da tamamen durur. İdrarla atılamayan zehirli maddeler vücutta birikir ve çeşitli sağlık sorunlarına neden olur.

Böbrek yetmezliği kronik böbrek yetmezliği ve akut böbrek yetmezliği olmak üzere ikiye ayrılır.

Böbreklerin işlevlerini zaman içerisinde kalıcı olarak kaybetmesi sonucunda kronik böbrek yetmezliği ortaya çıkar. Böbreklerin işlevlerini aniden kaybetmesine ise akut böbrek yetmezliği denir.

Diyaliz

- Böbreklerin görevini tam yapamaması durumunda diyaliz makinesi kullanılır.
- Kandaki üre ve atık maddeler difüzyonla diyaliz sıvısına geçer ve kan temizlenir.
- Aşağıda diyaliz olayının basitleştirilmiş şeması verilmiştir.



Diyaliz ile kanın temizlenmesi

1. Hastanın atardamarındaki kan, bir kan pompasından geçirilerek diyaliz makinesine taşınır.
2. Kan yarı geçirgen bir zardan yapılmış olan borular yardımıyla diyaliz sıvısının içinden geçirilir. Bu sırada üre ve diğer atıklar, kandan diyaliz sıvısına geçer ve kan temizlenir.
3. Kirlenen diyaliz sıvısı, diyaliz makinesinden uzaklaştırılır.
4. Diyaliz makinesine temiz diyaliz sıvısı gönderilir.
5. Diyaliz makinesinde temizlenen kan hava dedektöründen geçirilerek toplar damara verilir.

Not: Diyaliz sıvısının sıcaklık, pH ve monomer yoğunluğu yaklaşık olarak kanla eşittir. Fakat üre gibi metabolik atıklar içermez.

Örnek Sorular

34. Diyaliz sıvısı ile ilgili,

I. Sıcaklık ve pH değeri kanla yaklaşık olarak aynıdır.

II. Üre gibi metabolik atıkları içermez.

III. İçinde glikoz ve amino asit gibi monomer besinler bulunmaz.

yargılarından hangileri doğru değildir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

35. Bir hücrelilerden memelilere kadar canlılarda boşaltımla görevli yapı ve sistemlerin temel ve ortak görevi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Kan pH'sini ayarlama

B) Su – iyon dengesini koruma

C) Azotlu atıkların atılmasını sağlama

D) Hormon üretme

E) Kanı toksin maddelerden arındırma

(2011 – LYS)

36. Sağlıklı bir insanda, boşaltım ile solunum sistemleri aşağıdakilerden hangisinin düzenlenmesinde doğrudan ve birlikte rol oynar?

A) Kanın pH'sinin

B) Kandaki üre miktarının

C) Kanın ozmotik basıncının

D) Doku sıvısındaki tuz miktarının

E) Doku sıvısındaki su miktarının

(2014 – LYS)

37. Glomerulus kılcallarından Bowman kapsülüne geçen aşağıdaki moleküllerden hangisi nefron kanallarında geri emilime uğramaz?

A) Kreatin B) Üre C) Glikoz D) Su E) Vitamin

31	D	32	C	33	B

34	B	35	B	36	A	37	A

Palme Yayınevi

DERS NOTLARI

1. TEST

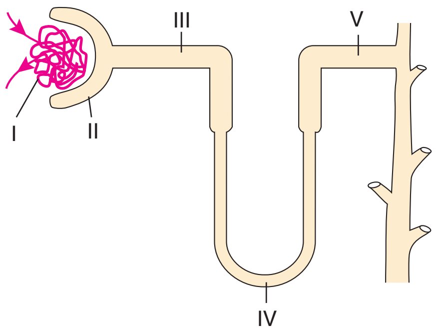
1. **Hayvanlar aleminin omurgalılar şubesinde yer alan,**

I. sürüngen,
II. balık,
III. memeli

sınıflarında yer alan canlıların temel azotlu atıkları ile ilgili aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

	I	II	III
A)	Amonyak	Üre	Ürik asit
B)	Ürik asit	Amonyak	Üre
C)	Üre	Ürik asit	Amonyak
D)	Ürik asit	Üre	Amonyak
E)	Üre	Amonyak	Ürik asik

2. Aşağıda memeli böbreklerinin temel birimi olan nefron şematize edilmiştir.



Numaralandırılmış kısımlar ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?

A) Çölde yaşayan memelilerde IV nolu kısım oransal olarak daha uzundur.
B) II nolu kısımdaki sıvı yapısal olarak doku sıvısına benzer.
C) Glikoz ve amino asitlerin geri emilimi III nolu kısımda gerçekleşir.
D) I nolu yapı atar damar ile toplar damar arasında bulunur.
E) V nolu kısımda salgılama olayı gerçekleşir.

3. **İnsanın boşaltım sistemine ait aşağıdaki yapılardan hangisinde idrar oluşumu gerçekleşir?**

A) Nefron B) Üreter C) Mesane
D) Havuzcuk E) Üretra

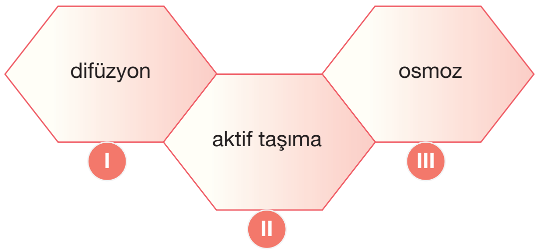
4. **Sağlıklı bir bireye ait böbrek hücrelerinde aşağıdaki hormonlardan hangisi üretilebilir?**

A) Adrenalin B) Kortizol
C) Aldosteron D) Eritropoietin
E) Vazopressin

5. **İdrar oluşumu sırasında nefronlardaki madde geçiş yönleri aşağıdakilerden hangisi gibi olamaz?**

A) Proksimal tüp ⟶ Nefron kılcalları
B) Nefron kılcalları ⟶ Distal tüp
C) Glomerulus kılcalları ⟶ Bowman kapsülü
D) Henle kulpu ⟶ Nefron kılcalları
E) Bowman kapsülü ⟶ Glomerulus kılcalları

6. **Süzülme ile nefron kanallarına geçen organik moleküller,**



taşıma biçimlerinden hangileri ile geri emilerek kana döner?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

7. **Aşağıdaki hormonlardan hangisinin etkisi ile nefron kanallarındaki aquaporin miktarı artar?**

A) ADH B) Kortizol C) Aldosteron
D) Kalsitonin E) Parathormon

8. **Nefrona ait olan,**

- proksimal tüp,
- henle kulpu,
- distal tüp

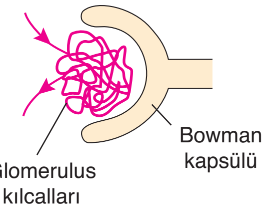
yapıları için,

I. idrar oluşumunda görev yapma,
II. böbreğin öz bölgesinde yer alma,
III. kılcal damarlar ile çevrili olma

özelliklerinden hangileri ortaktır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

9. Aşağıdaki şekilde glomerulus kılcalları ve bowman kapsülünden oluşan malpighi cisimciği gösterilmiştir.



Sağlıklı bir insanda glomerulus kılcallarında bulunan aşağıdaki moleküllerden hangisi süzülme ile bowman kapsülüne geçemez?

A) Albumin B) Glikoz C) Potasyum
D) B vitamini E) Amonyak

10. **İnsanda katabolik tepkimeler sonucu oluşan metabolik atıkların vücuttan uzaklaştırılmasında,**

I. deri,
II. akciğer,
III. böbrek

yapılarından hangileri görev alır?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

11. **Böbrek atardamarlarındaki,**

I. üre,
II. glikoz,
III. karbon dioksit
IV. kalsiyum

moleküllerinden hangilerinin miktarı böbrek toplardamarından daha fazla olabilir?

A) I ve II B) III ve IV C) I, II ve III
D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

Palme Yayınevi

12. **Omurgalı bir organizmada gerçekleşen,**

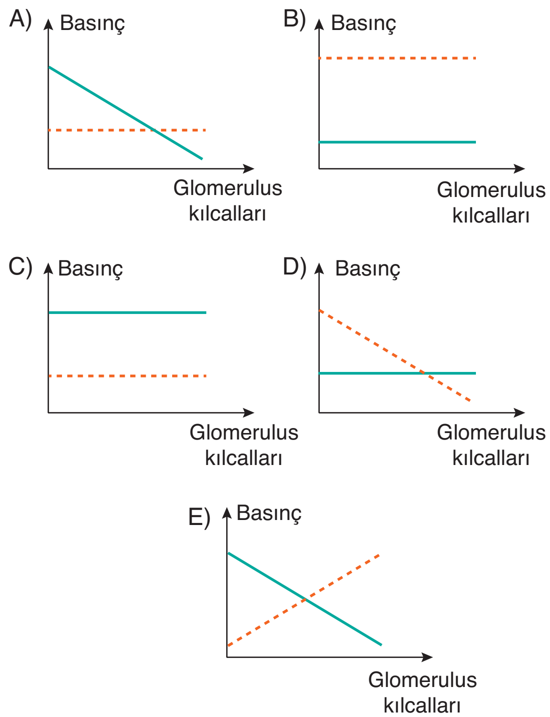
I. amino asitlerin oksijenli solunumla parçalanması,
II. proteinlerin enzimler yardımıyla sindirilmesi,
III. amino asitler arasında peptit bağlarının kurulması,
IV. amino asitlerin glikoz gibi moleküllere dönüşmesi

olaylarından hangilerinde amonyak oluşumu görülür?

A) I ve II B) I ve III C) I ve IV
D) II ve II E) III ve IV

13. **Glomerulus kılcallarındaki kan basıncı ile kanın ozmotik basıncının değişimi aşağıdaki grafiklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?**

(—: Kan basıncı, - - -: Kanın ozmotik basıncı)



14. **Aşağıdaki moleküllerden hangisi glomerulustan bowman kapsülüne süzülen sıvıda bulunduğu halde, idrar sıvısında bulunmaz?**

A) Fibrinojen B) Amonyak C) Kreatin
D) Glikoz E) Üre

2. TEST

1. **Karaciğerde gerçekleşen ornitin döngüsünde görev yapan enzimler substrat olarak,**

I. üre,
II. amonyak,
III. karbon dioksit

moleküllerinden hangilerini kullanabilirler?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

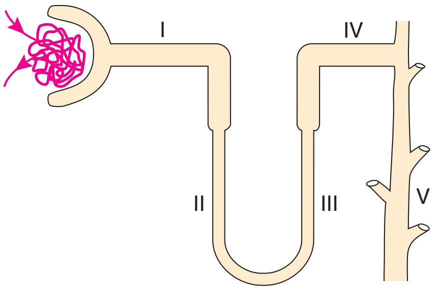
2. **Sağlıklı bir insana ait olan nefron kanallarında,**

I. kalsiyum,
II. su,
III. sodyum

moleküllerinin geri emilimini denetleyen hormonlar aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	I	II	III
A)	Parathormon	ADH	Aldosteron
B)	Parathormon	Aldosteron	ADH
C)	ADH	Parathormon	Aldosteron
D)	ADH	Aldosteron	Parathormon
E)	Aldosteron	ADH	Parathormon

3. Aşağıda sağlıklı bir insanda nefrona ait bazı kısımlar numaralandırılarak verilmiştir.



Bu kısımlarda geri emilen maddeler ile ilgili aşağıda yapılan eşleştirmelerden hangisi doğru değildir?

A) I → Amino asit
B) II → Su
C) III → Sodyum
D) IV → Glikoz
E) V → Üre

4. **Bir insanın akşam yemeğinde tükettiği aşağıdaki besinlerden hangisi, idrarında bulunan üre derişiminin artmasına neden olur?**

A) Domates B) Karpuz
C) Islama köfte D) Roka
E) Pilav

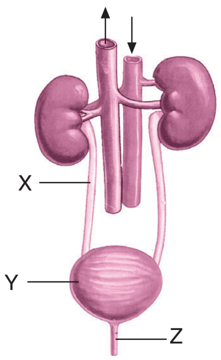
5. **İdrar oluşumunu sağlayan,**

I. süzülme,
II. geri emilim,
III. salgılama

olaylarından hangilerinde ATP harcanabilir?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

6. Aşağıdaki şemada insanın boşaltım ve dolaşım sistemine ait bazı kısımlar verilmiştir.



Bu kısımlarda bulunan sıvılardaki üre derişimi ile ilgili aşağıdaki karşılaştırmalardan hangisi doğrudur?

A) X > Y > Z B) Z > X > Y C) Z > Y > X
D) X > Y = Z E) X = Y = Z

7. **Geri emilimin en yoğun olduğu nefron bölümü aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Proksimal tüp B) Bowman kapsülü
C) İdrar toplama kanalı D) Dista tüp
E) Henle kulpu

8. **Sağlıklı bir insanın nefronlarında meydana gelen idrar oluşumu ile ilgili,**

I. Süzülme glomerulus kılcallarından bowman kapsülüne doğru gerçekleşir.

II. Geri emilim nefron kanallarından, bu kanalları saran kılcal damarlara doğru gerçekleşir.

III. Penisilin gibi ilaç atıkları salgılama olayı ile kandan uzaklaştırılır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

9. **Sağlıklı bir bireyde glomerulus kılcallarındaki kan basıncının normalin üzerine çıkması,**

I. bowman kapsülüne süzülen sıvı miktarının artması,

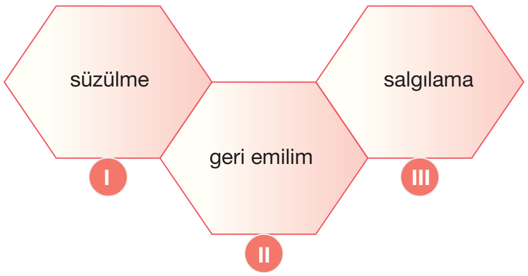
II. idrarla atılan glikoz miktarının azalması,

III. üretilen idrar miktarının artması

değişimlerinden hangilerine neden olabilir?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

10. **Glomerulus kılcallarından bowman kapsülüne geçemeyen bir molekülün idrarda bulunması,**



olaylarından hangileri ile açıklanabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

11. **Bowman kapsülüne süzülen sıvının nefron kanallarından havuzcuğa doğru ilerlemesi sırasında,**

I. üre,

II. ilaç atıkları,

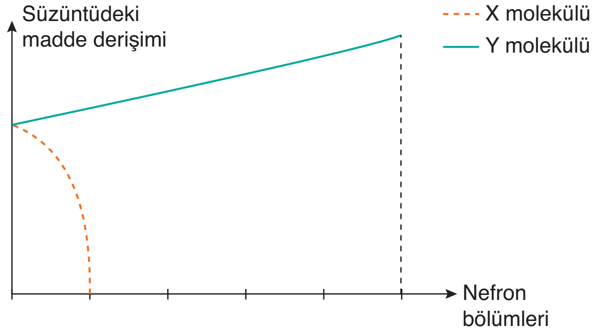
III. amino asit,

IV. glikoz

moleküllerinden hangilerinin derişimi artar?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III D) II ve IV E) III ve IV

12. Aşağıdaki grafikte sağlıklı bir insanın nefronuna ait bazı bölümlerdeki sıvıda bulunan iki farklı molekülün madde derişimleri verilmiştir.



Bu moleküller ile ilgili aşağıda yapılan eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

	X molekülü	Y molekülü
A)	Glikoz	Üre
B)	Su	Amonyak
C)	Sodyum	Amino asit
D)	Amino asit	Hemoglobin
E)	Kalsiyum	Glikoz

13. **Azotlu atıklar olan,**

I. üre,

II. amonyak,

III. ürik asit

moleküllerinin zehirlilik derecelerine göre çoktan aza doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

A) I - II - III B) I - III - II C) II - III -I D) II - I - III E) III - I - II

14. **Böbreğin işlevsel birimi olan nefronlarda,**

I. su,

II. amino asit,

III. üre,

IV. glikoz

moleküllerinden hangilerinin geri emilimi sırasında ATP harcanır?

A) I ve II B) II ve IV C) III ve IV D) I, II ve IV E) II, III ve IV

1. E	2. A	3. D	4. C	5. D	6. E	7. A	8. E	9. C	10. C	11. A	12. A	13. D	14. B

Üreme Sistemi ve Embriyonik Gelişim

17. Ünite

Örnek Sorular

1. **Dişi üreme sisteminde,**

I. embriyonun geliştiği,

II. oogenezin gerçekleştiği,

III. sperm ve yumurtanın birleştiği

kısımlar aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

	I	II	III
A)	Ovaryum	Fallopi tüpü	Rahim
B)	Rahim	Ovaryum	Fallopi tüpü
C)	Fallopi tüpü	Ovaryum	Rahim
D)	Fallopi tüpü	Rahim	Ovaryum
E)	Rahim	Fallopi tüpü	Ovaryum

2. **Dişi bireye ait yumurta kanalında,**

I. plasenta oluşumu,

II. oogenezin başlaması,

III. zigot oluşumu

olaylarından hangileri gerçekleşebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) II ve II E) II ve III

3. **Dişi üreme sisteminin bir kısmı olan rahimle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) İç yüzeyi endometrium olarak adlandırılır.

B) Plasenta oluşumu bu kısımda gerçekleşir.

C) İç duvarının kalınlığı adet döngüsüne bağlı larak artıp azalabilir.

D) Hücrelerinde meydana gelen mutasyonlar kalıtsaldır.

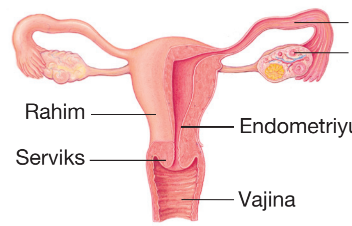
E) Serviks adı verilen bir bölümle vajinaya bağlanır.

A. İNSANDA ÜREME SİSTEMİ

➢ Tüm gelişmiş canlılarda olduğu gibi insanlarda da üreme, üreme organları ile yapılır. Erkek ve dişi bireylerin üreme sistemlerinde bazı farklılıklar bulunur.

I. DİŞİ ÜREME SİSTEMİ

➢ Dişi üreme sistemi; yumurtalıklar (ovaryum), yumurta kanalı (fallopi tüp), rahim (uterus), serviks ve vajina yapılarında oluşur.



İnsanda dişi üreme sistemi

➢ Dişi üreme sisteminde yumurta oluşumu, hormon üretimi, döllenme, fetusun gelişmesi gibi olaylar gerçekleşir.

a. Yumurtalıklar

➢ Oogenez olayı ile yumurta hücrelerinin oluşturulduğu bölümdür. Ayrıca östrojen ve progesteron gibi hormonları salgılar.

➢ Yumurtalıklarda **folikül** adı verilen kesecikler bulunur. Bu keseciklerde mayoz bölünmenin profaz I evresinde bekleyen **birincil oositler** bulunur.

➢ Dişi bireyler ergenlik dönemine geldiğinde adet döngüsü başlar. Her adet döneminde genellikle bir folikül olgunlaşır ve yumurta hücresini serbest bırakır.

NOT Dişi bir bireyde yumurta oluşumu ergenlik çağında başlar, **menopoz** evresinde durur.

b. Yumurta Kanalı (Fallopi tüpü)

➢ Yumurtalıklar ile rahim arasında bulunan bir kanaldır. Yumurtalıklara bakan ucu **kirpikli huni** olarak adlandırılır.

➢ Döllenme ile zigot oluşumu yumurta kanalında olur. Zigot ilk mitoz bölünmelerini (segmentasyon) bu kanalda gerçekleştirir.

c. Rahim (Uterus)

➢ Embriyonun doğuma kadar geliştiği kalın duvarlı ve kaslı bir yapıdır.

➢ Döl yatağının iç kısmı mukus salgılayan ve bol miktarda kılcal damar bulunduran bir tabaka ile örtülüdür. Bu tabakaya **endometriyum** adı verilir. Bu yapının kalınlığı adet döngüsüne bağlı olarak artıp azalabilir.

➢ Embriyonun endometriyum dokusunun içine gömülmesi döllenmeden yaklaşık olarak bir hafta sonra gerçekleşir. Bu olaya **implantasyon** denir.

NOT Embriyo döl yatağı dışında başka bir dokuya yerleşirse (fallopi tüpü gibi) **dış gebelik** ortaya çıkar.

➢ Embriyo gelişiminin ilk 2–4 haftasında doğrudan endometriyumdan beslenir. Daha sonraki haftalarda embriyonun madde alış verişi **plasenta**dan karşılanır.

d. Vajina ve Serviks

➢ Vajina döllenmemiş yumurtanın atılması, spermlerin dişi vücuduna bırakılması ve doğumun gerçekleşmesi olaylarında görevlidir.

➢ Vajinanın döl yatağına bağlandığı daralmış bölge **serviks** denir.

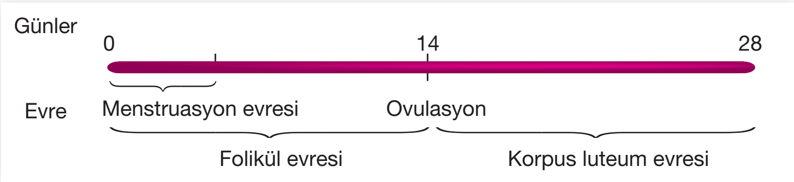
MENSTRUAL DÖNGÜ (ADET DÖNGÜSÜ)

➢ Dişilerde yumurtalıklarda ve buna bağlı olarak rahimde meydana gelen değişikliklere menstrual döngü adı verilir. Bu döngü ergenlik döneminde başlar ve 45-55 yaşına kadar devam eder. Yumurtlama ve menstrual döngünün bitmesine menopoz denir.

➢ Bu döngü hipotalamus, hipofiz ve ovaryumdan salgılanan hormonlar ile denetlenir.

- Hipotalamus salgıladığı RF (releasing factor) ile hipofizi uyarır. Üreme ile ilgili RF çeşidi GnRH'tır.
- Hipofiz FSH ve LH hormonlarını salgılar.
- Ovaryum hipofizin denetiminde östrojen ve progesteron salgılar.

Bu döngü folikül, ovulasyon, korpus luteum ve menstruasyon evrelerini kapsar ve ortalama 28 gün sürer.



1. Folikül Evresi

➢ Yumurtalıkta bulunan foliküllerden genelde bir tanesinin gelişerek döllenme özelliğine sahip olan bir yumurtanın oluştuğu evredir. Ortalama olarak 10–14 gün sürer.

➢ Bu evre hipotalamustan GnRH (gonadotropin serbest bırakıcı hormon) hormonunun salgılanmasıyla başlar. Bu hormon hipofiz bezinin ön lobunu uyararak FSH (folikül uyarıcı hormon) ve LH (luteinize edici hormon) hormonlarının salgılanmasına neden olur. Bu hormonların etkisiyle aşağıdaki olaylar gerçekleşir:

- Ovaryumdaki folikül hücrelerinden bir tanesinin gelişmesiyle (oogenez) yumurta hücresi oluşur. Her döngüde 10-20 tane kadar folikül hücresi gelişmeye başlar ancak genellikle bir tanesi olgunlaşırken diğerleri parçalanır.
- Uyarılan folikül hücrelerinden östrojen hormonu salgılanır.

➢ Bu evrede ovaryumdan kana bırakılan östrojen miktarı artar. Bu hormon aşağıdaki değişimlere neden olur:

- Dişiye has ikincil eşey karakterlerinin gelişmesini sağlar. Örneğin ergenlik döneminde süt bezlerinin büyümesi bu hormonun etkisiyle gerçekleşir.
- Endometriyum hücrelerini uyararak, rahim iç çeperini kalınlaştırmaya başlar.
- Pozitif ve negatif geri bildirim ile hipofizden FSH ve LH hormonlarının salgılanmasını düzenler.

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

4. Mestrual döngüyü denetleyen,

I. FSH,
II. LH,
III. östrojen,
IV. progesteron

hormonlarından hangileri hipofiz bezi tarafından üretilir?

A) I ve II B) II ve IV C) III ve IV
D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

5. Yeni adet görmüş olan dişi bir memelide,

I. korpus luteum,
II. folikül,
III. ovulasyon

evreleri hangi sıra ile gerçekleşir?

A) I - II - III B) II - I - III C) II - III - I
D) III - I - II E) III - II - I

6. Menstrual döngünün folikül evresinde aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşmez?

A) Kandaki östrojen miktarının artması
B) Oogenez ile yumurta hücresinin oluşması
C) Hipotalamustan salgılanan GnRH ile hipofiz bezinin uyarılması
D) Kandaki progesteron miktarının artması
E) Uyarılan hipofiz bezi hücrelerinden FSH salgılanması

1	B	2	C	3	D

Örnek Sorular

7. Kanındaki LH miktarı maksimum düzeyde olan bir dişi memeli ile ilgili,

I. Yumurtalığındaki foliküllerden bir tanesi gelişmeye başlar.

II. Menstrual döngünün ovulasyon evresindedir.

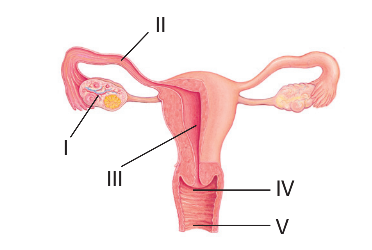
III. Çatlayan foliküldeki yumurta hücresi fallopi tüpüne geçer.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

8. Şekilde, insanda dişi üreme sisteminin bazı kısımları numaralarla gösterilmiştir.



Normal menstruasyon döngüsünde önce dokusu kalınlaşan, kılcal damarları genişleyen, kan miktarı ve mukus salgısı artan, döllenme gerçekleşmediğinde ise kalınlaşmış dokusu parçalanarak dışarı atılan yapı aşağıdakilerden hangisidir?

A) I B) II C) III D) IV E) V

(2016 – LYS)

9. Normal bir insanın menstruasyon döngüsü içinde, korpus luteumun bozulmasından sonra, ilk olarak ortaya çıkan durum aşağıdakilerden hangisidir?

A) Uterus iç çeperinin kalınlaşması

B) Ovulasyonun gerçekleşmesi

C) Kandaki progesteron miktarının azalması

D) Kandaki östrojen miktarının artması

E) Plasentanın oluşması

(1996 – ÖYS)

4	A	5	C	6	D

2. Ovulasyon Evresi

➢ Yumurtanın, folikülün yırtılmasıyla yumurtalıklardan atılmasına **ovulasyon (yumurtlama)** denir. Bu olay hipofiz bezinden salgılanan LH hormonunun etkisiyle gerçekleşir.

➢ Atılan yumurta kirpikli huni tarafından yakalanarak fallopi tüpüne (yumurta kanalı) geçer. Yumurta burada spermle karşılaşırsa döllenme meydana gelir. Ovulasyon, menstrual döngünün yaklaşık olarak ortasında (14. gününde) gerçekleşir.

3. Korpus Luteum Evresi

➢ Ovulasyon evresinde yırtılan folikülün içine yağ damlacıklarının dolmasıyla, korpus luteum (sarı cisim) adı verilen yapı oluşur. Bu yapı bol miktarda progesteron, az miktarda östrojen salgılar.

NOT: Progesteron ve östrojen hormonlarının birleşik etkileri hipotalamus ve hipofiz üzerinde negatif geri bildirim uygulayarak FSH ve LH salgılarını azaltır.

➢ Progesteron hormonu endometriyumu uyararak, embriyonun tutunup gelişmesi için hazır hale getirir. Bu süreçte endometriyumda aşağıdaki değişimler gerçekleşir:

- Kılcal damarlar genişler.
- Kan miktarı artar.
- Mukus salgısı artar.
- Kalınlaşarak süngerimsi bir yapı kazanır.

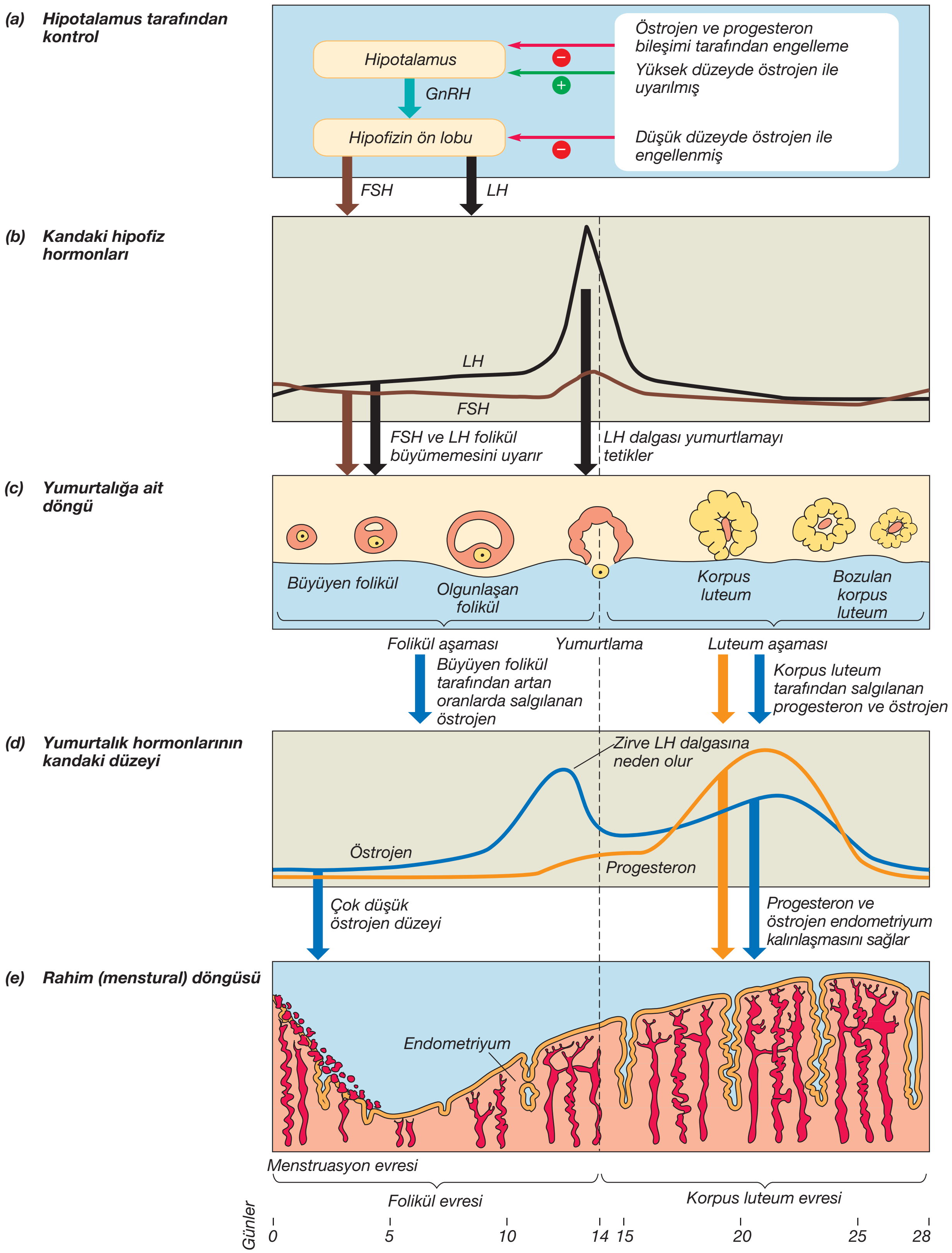
➢ Döllenme olursa embriyo endometriyuma tutunur ve gelişimini burada tamamlar.

➢ Hamile bayanlarda LH hormonunun etkisiyle korpus luteum bozulmaz ve hamileliğin 5. ayına kadar progesteron salgılamaya devam eder. Hamileliğin ilerleyen dönemlerinde progesteron salgısını plasenta devam ettirir.

4. Menstruasyon Evresi

➢ Yumurtanın döllenmemesi durumunda korpus luteum bozulur ve progesteron salgısı azalır. Böylece rahim iç duvarının (endometriyum) sonradan sentezlenen kısmı parçalanır.

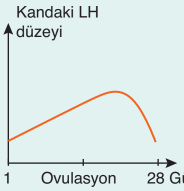
➢ Döllenmemiş yumurta hücresi ile rahime ait doku parçalarının bir miktar kanla beraber atılmasına **menstruasyon** (adet görme) denir. Kanamanın ilk günü menstruasyon evresinin birinci günüdür. Bu evre yaklaşık 4-5 gün sürer. Bu olaydan sonra kandaki FSH miktarı artmaya başlar. Böylece yeni döngü başlamış olur.

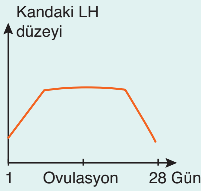


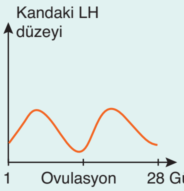
İnsanda dişideki üreme döngüsü: Şekilde, ovaryum döngüsünün **(c)**, rahim (menstrual) döngüsünün **(e)**, kandaki değişen hormon düzeylerinin yer aldığı **(a)**, **(b)**, ve **(c)** bölümleriyle nasıl düzenlendiği gösterilmektedir. Şeklin altındaki zaman göstergesi **(b)-(e)** bölümlerine aittir.

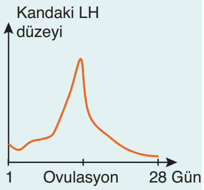
Örnek Sorular

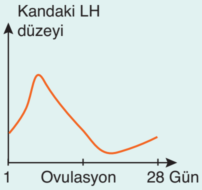
10. İnsanda dişi bireyde, normal bir menstrual döngü sırasında, kandaki LH hormonunun miktarındaki değişimi, aşağıdaki grafiklerden hangisi gösterir?

A) 

B) 

C) 

D) 

E) 

11. İnsanlarda;

I. ovulasyonun gerçekleşmesi,
II. testosteron salgılanması,
III. menstruasyonun başlaması,
IV. süt bezlerinin uyarılması

olaylarından hangileri lüteinleştirici hormonun (LH) salgılanması sonucunda gerçekleşir?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III
D) II ve IV E) III ve IV

(2017 – LYS)

12. Testislerde üretilen testosteron hormonu ile ilgili,

I. Leydig hücrelerinde üretilir.
II. FSH ile beraber sperm oluşumunu düzenler.
III. Aşırı üretilmesi durumunda LH salgısını azaltır.

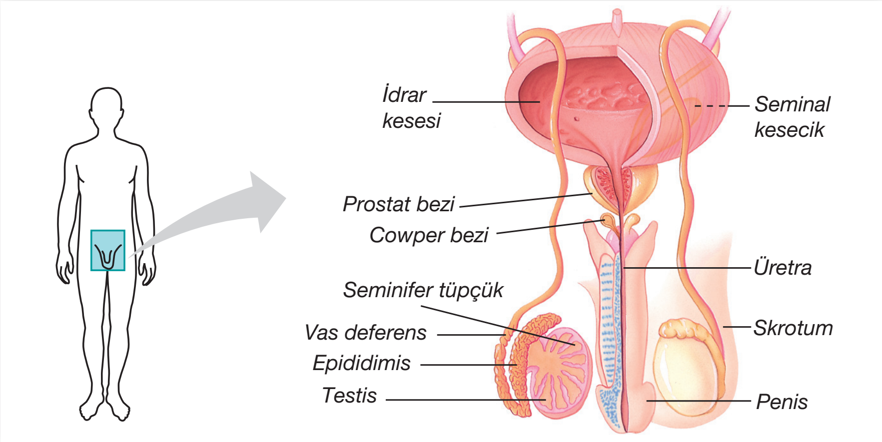
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

7	D	8	C	9	C

II. ERKEK ÜREME SİSTEMİ

➢ Erkek üreme sistemi; testisler, epididimis, vas deferens, penis ve yardımcı bezlerden oluşur.



a. Testisler

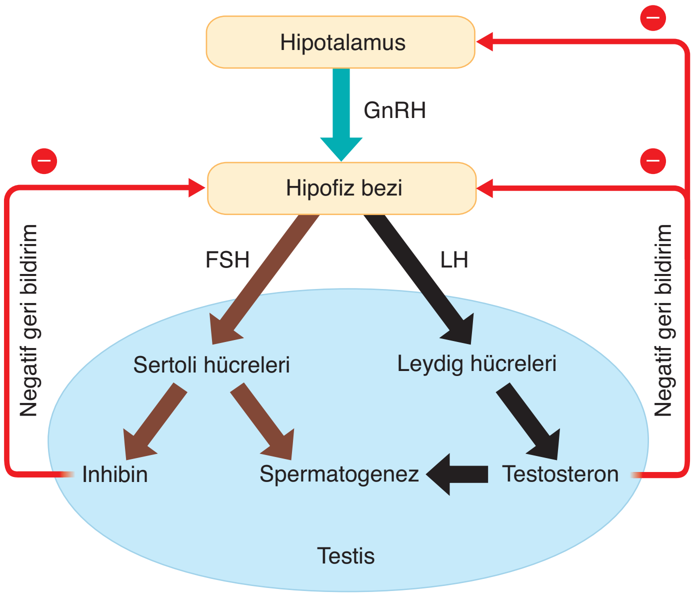
➢ Testisler bir çift olup skrotum olarak adlandırılan testis torbasında bulunurlar. Testislerin iki önemli görevi vardır:

- Spermatogenez olayı ile erkek üreme hücresi olan spermleri üretmek.
- Erkeklik hormonu olarak da bilinen testosteronu salgılamak.

NOT: İnsanlar ile memelilerin çoğunda skrotum karın boşluğunun dışında bulunur. Bunun nedeni spermatogenez olayında görev yapan enzimlerin normal vücut sıcaklığında faaliyet gösterememesidir.

➢ Erkek üreme sistemi hipofiz bezinden salgılanan FSH (folikül uyarıcı hormon) ve LH (luteinize edici hormon) hormonları ile denetlenir.

- FSH spermatogenezi başlatır ve testislerde sperm oluşumunu uyarır.
- LH testisleri uyararak testosteron hormonunun salgılanmasını sağlar.



Erkek üreme sistemi hipofizin ön lobundan salgılanan hormonlar ile denetlenir.

Palme Yayınevi

- Testislerin içinde **seminifer tüpçük** olarak adlandırılan çok sayıda kıvrımlı kanal bulunur. Spermler bu kanalların içinde üretilir. Bu kanallarda iki belirgin hücre grubu bulunur. Bunlar spermatogonik hücreler ve sertoli hücreleridir.

- **Spermatogonik** hücreler spermatogonyumlar, spermatositler ve spermatitler olmak üzere üç çeşittir. Spermatogonyumlar diploit yapılı farklılaşmamış hücrelerdir. Spermatositlerin mayoz bölünmesi ile haploit yapılı spermatitler oluşur.

- **Sertoli hücreleri** spermlerin beslenmesi ve desteklenmesini sağlar. Seminifer tüpçüklerin arasında dağınık olarak bulunan leydig hücreleri testosteron salgılar.

NOT: Testislerde oluşan spermlerin hareket ve dölleme yeteneği yoktur.

- Spermler, seminifer tüpçüklerden epididimis kıvrımlı kanallarına girer. İnsanlarda, spermlerin bu 6 metrelik kanaldan geçmesi 3 hafta alır. Epididimisten bu geçiş sırasında, spermler olgunlaşmasını tamamlar ve hareket etme özelliği kazanır.

NOT: Spermlerde kamçı oluşumu epididimis kanalında gerçekleşir.

- Epididimiste olgunlaşan spermler **vas deferens kanalına** geçer. Bu kanal idrar kesesi üzerinden dolanarak spermleri **üretra**ya taşınır. Üretra, penis boyunca uzanarak uç kısımdan dışarıya açılır.

b. Erkek Üreme Sistemine Yardımcı Yapılar

- Seminal kesecik, prostat bezi ve cowper bezi erkek üreme sistemine yardımcı bezlerdir. Bu bezler **seminal sıvı** adı verilen bir salgı üretirler. Seminal sıvı spermin beslenmesini sağlayıp, hareket etmesini kolaylaştırır.

- Prostat bezinin sıvısı spermin bulunduğu ortamı nötürleştirir ve spermin yumurtayı döllemesi için uygun bir ortam hazırlar.

- Prostat bezi idrar kesesinin hemen yanındadır ve üretrayı sarar. Prostat bezinde yer alan kasların kasılması ile spermler üretraya boşaltılırken, idrarın bu kanala girmesi engellenir. Böylece sperm ve idrarın aynı anda çıkması önlenir.

NOT: Seminal sıvı ile spermin karışımı sonucu oluşan sıvıya **semen** denir.

III. GAMET OLUŞUMU

- İnsanlarda mayoz bölünme sonucu erkek üreme hücreleri spermatogenez, dişi üreme hücreleri ise oogonez olayı sonucu oluşur.

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

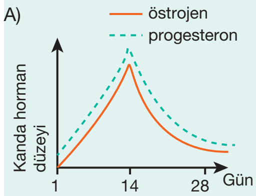
13. Ergin bir erkek bireyde,

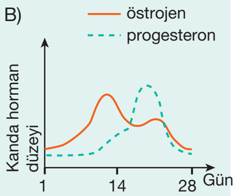
I. spermlerin üretraya taşındığı,
II. spermatogenezin gerçekleştiği,
III. spermlerin hareket yeteneğini kazandığı

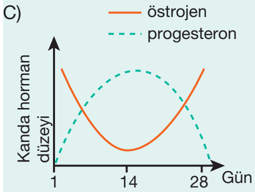
bölümler aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak eşleştirilmiştir?

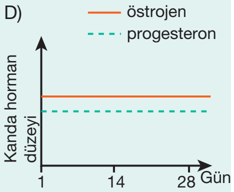
	Seminifer tüpçük	Epididimis	Vas deferens
A)	I	II	III
B)	II	I	III
C)	II	III	I
D)	III	I	II
E)	III	II	I

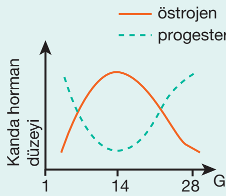
14. İnsanda dişi bireyde menstrual döngü sırasında kandaki östrojen ve progesteron seviyesinin değişimi aşağıdaki grafiklerin hangisinde doğru verilmiştir?

A)


B)


C)


D)


E)


(2015 – LYS)

15. Seminal sıvı ile ilgili,

I. Oldukça asidik bir sıvıdır.
II. Spermin beslenmesini sağlayıp hareket etmesini kolaylaştırır.
III. Vas deferens kanalına ait hücreler tarafından üretilir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

10	D	11	A	12	E

Örnek Sorular

16. **Spermatogenez olayı sırasında oluşan,**

I. sperm,
II. birincil spermatosit,
III. spermatit,
IV. ikincil spermatosit

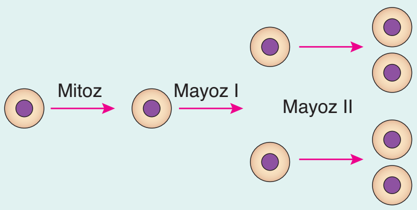
hücrelerinden hangileri haploit yapıdadır?

A) I ve III B) II ve IV C) I, II ve III
D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

17. **Spermatogenez olayı ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?**

A) Hormonlar ile denetlenir.
B) Tür içi varyasyonu artırır.
C) Embriyonik dönemde başlar.
D) Haploit hücreler oluşturur.
E) Enzimlerin denetiminde gerçekleşir.

18.



Spermatogeneze ait yukarıdaki hücrelerden kaç tanesinde Y gonozomu bulunur?

A) 3 B) 4 C) 5
D) 6 E) 8

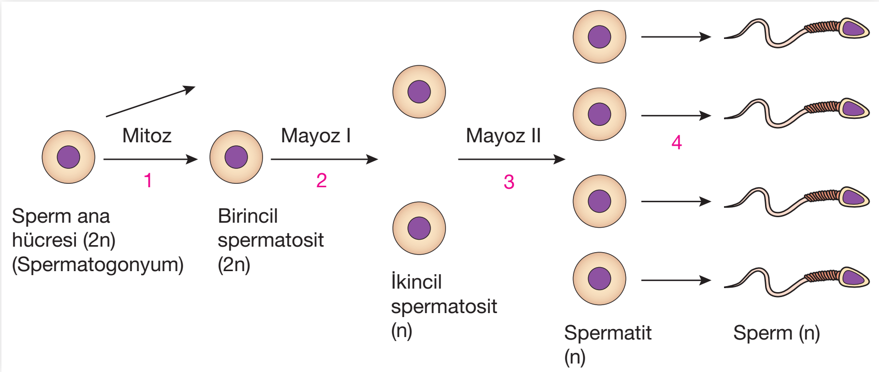
13	C	14	B	15	B

Palme Yayınevi

1. Spermatogenez

➢ Mayoz bölünme ile erkek üreme organı olan testislerin (erbezlerinin) yapısındaki seminifer tüpçüklerde spermlerin oluşmasına **spermatogenez** denir.

Aşağıda spermatogenez olayının basamakları numaralandırılarak verilmiştir.

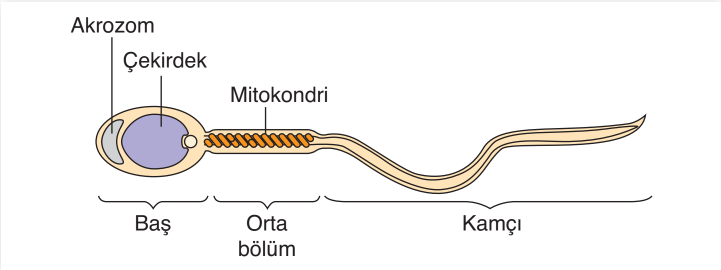


1. Spermatogonyumlar mitozla çoğalır ve büyüyüp gelişerek **birincil spermatositleri** oluşturur.
2. Birincil spermatositler mayoz I sonunda haploit yapılı iki hücre oluşturur. Bu hücrelere **ikincil spermatosit** denir.
3. İkincil spermatositlerden mayoz II sonunda **spermatit** adı verilen haploit (n) kromozomlu dört hücre oluşur.
4. Gelişmekte olan spermatitler seminifer tüpçüklerden ayrılarak epididimis kanalına geçerler. Burada farklılaşarak hareket yeteneği kazanır ve olgun **sperm**lere dönüşürler.

➢ Mayoz bölünme sonucu oluşan dört sperm hücresi yaklaşık olarak eşit miktarda sitoplazma içerir ve tamamı dölleme özelliğine sahiptir.

NOT: Sağlıklı erkek bir bireyde spermatogenez olayı ergenlik döneminde başlar ve erişkinlik dönemi boyunca devam eder.

Spermin yapısı: Sperm baş, orta bölüm ve kamçı olmak üzere üç bölümden oluşur.



İnsanda spermin yapısı

➢ Baş kısmında akrozom ve haploit yapılı çekirdek bulunur. Akrozom sindirim enzimleri içeren bir kesecikti̇r. Bu enzimler yumurtayı çevreleyen zona pellusida tabakasını eritmekte görev alır.

➢ Spermin orta bölümünde bulunan mitokondrilerin ürettiği ATP enerjisi, kamçının yapısını oluşturan mikrotübüller tarafından kullanılarak hareket sağlanır.

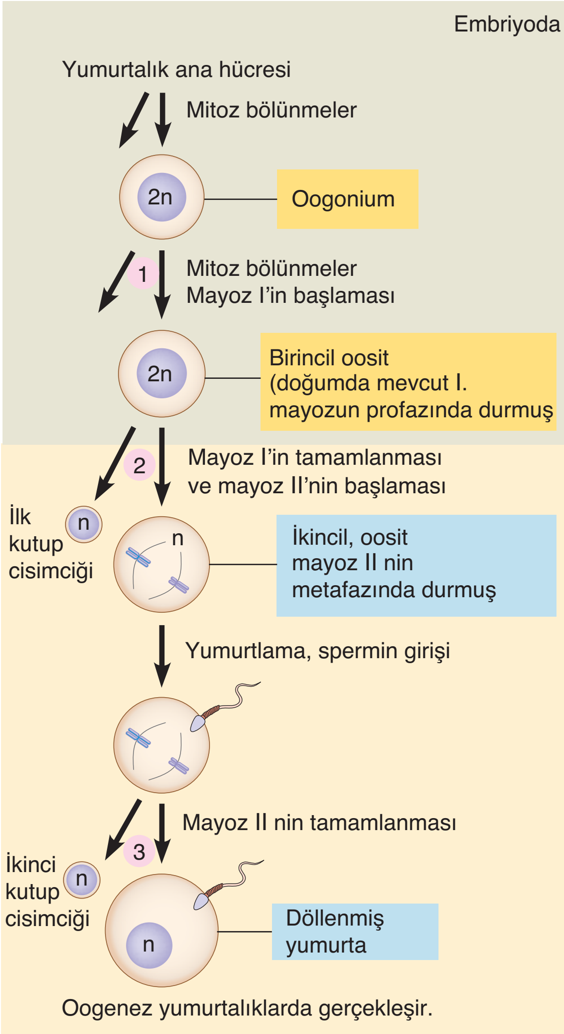
➢ Kamçının meydana getirdiği dalgalı hareket, spermin sıvı ortamda hızlı bir şekilde yüzmesini ve yumurta hücresine doğru hareket etmesini sağlar.

2. Oogenez

➢ Dişi bireye ait yumurtalıklarda mayoz bölünme ile yumurta hücresinin üretilmesine **oogenez** denir.

➢ Dişi bireyde oogenez olayı ana rahmindeyken başlar. Dişi embriyoda oogonyum hücreleri mayoz bölünmeye başlar, fakat bölünme mayozun profaz I evresinde durdurulur. Gelişimi askıya alınmış bu hücrelere **birincil oosit** adı verilir. Ergenlik döneminde salgılanmaya başlanan folikül uyarıcı hormonun etkisiyle bu hücreler mayoz bölünmeyi tamamlar ve olgun yumurta hücresini oluşturur.

Aşağıda oogenez olayının basamakları numaralandırılarak verilmiştir.



1. Embriyonik dönemde oogonyumlar mitoz bölünme ile çoğalır. Bu hücrelerde mayoz bölünmeye başlar ve **birincil oosit** oluşur. Birincil oositler profaz I evresinde bekler.
2. Ergenlik döneminden başlayarak birincil oosit mayoz I'i tamamlar ve mayoz II başlar. Bölünme metafaz II evresinde durur. Bu evrede biri büyük diğeri küçük iki hücre oluşur. Bunlardan büyük olana **ikincil oosit** küçük olana **kutup hücresi** (cisimciği) denir.
3. İkincil oosit, ovulasyon ile ovaryumdan fallop tüpüne geçer. Eğer ikincil oosite bir sperm girecek olursa mayoz II tamamlanır ve zigot oluşur. Bu süreçte ikinci bir kutup hücresi de oluşur.

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

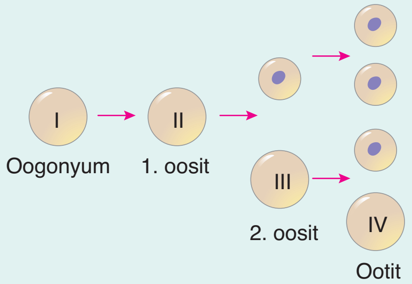
19. Dişi bireydeki oogenez olayı ile ilgili,

I. Embriyonik dönemde başlar.
II. Haploit hücrelerin oluşumunu sağlar.
III. Tüm evreleri yumurtalıklarda gerçekleşir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

20. Aşağıda dişi bir memelinin yumurtalığındaki oogenez olayı şematize edilmiştir.



Numaralı hücrelerden hangilerinde homolog kromozom çiftlerine rastlanmaz?

A) Yalnız IV B) I ve III C) II ve IV
D) III ve IV E) II, III ve IV

21. Oogenez olayı sonucu oluşan yumurta ve kutup hücrelerinin,

I. sitoplazma miktarları,
II. DNA nükleotit dizilimleri,
III. kromozom sayıları

özelliklerinden hangileri farklı olabilir?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

16	D	17	C	18	C

Örnek Sorular

22. **İnsanlarda gerçekleşen oogenez ve spermatogenezde,**

I. sentromerin bölünmesi,

II. döllenme özelliğine sahip dört hücrenin oluşması,

III. homolog kromozomların ayrılması,

IV. aktif hareket edebilen hücrelerin oluşması

olaylarından hangileri ortak olarak gerçekleşir?

A) I ve III B) II ve IV C) I, II ve III

D) I, III ve IV E) II, III ve IV

23. **Memeli yumurtasına ait olan zona pellusida tabakası ile ilgili,**

I. Protein, glikoprotein ya da polisakkaritten oluşan jel benzeri bir örtüdür.

II. Farklı türlere ait sperm ve yumurtaların döllenmesine olanak sağlar.

III. Üzerinde spermin tutunmasını sağlayacak reseptörler bulunur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

24. **Sağlıklı dişi bir bireye ait olan,**

I. birincil oosit,

II. oogonium,

III. ikincil oosit

hücrelerinden hangileri diploit yapıdadır?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

19	B	20	D	21	B

Palme Yayınevi

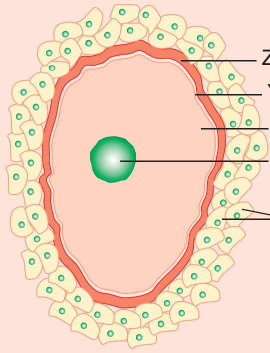
- Oogenez sırasında sitoplazma bölünmesi eşit olarak gerçekleşmez. Sitoplazmanın büyük bir kısmı yumurta hücresine aktarılır. Döllenmeden sonra embriyo gelişirken yumurta hücresindeki besini kullanır. Bu nedenle sitoplazmanın çoğunun yumurta hücresinde toplanması önemlidir.

Not: Dişi bireylerdeki oogenez olayı embriyo döneminde başlar, **menopoz** evresine kadar devam eder.

Memeli Yumurtasının Yapısı:

- Memelilerde oositin gelişimi ya da döllenme sırasında yumurta örtüleri oluşur. Örtülerin yapısı ve sayısı türü göre farklılık gösterebilir.
- Haploit yapılı yumurta hücresi yumurta zarı ile çevrilidir.
- Yumurta zarının dışında protein, glikoprotein ya da polisakkaritlerden oluşan jel benzeri bir örtü bulunur. Bu örtüye **zona pellusida** denir. Bu örtünün dışında folikül hücreleri bulunur.

Not: Zona pellusida türe özgü reseptörler içerip yumurtanın aynı türe ait spermler tarafından döllenmesini sağlar.



İnsan yumurtasının yapısı

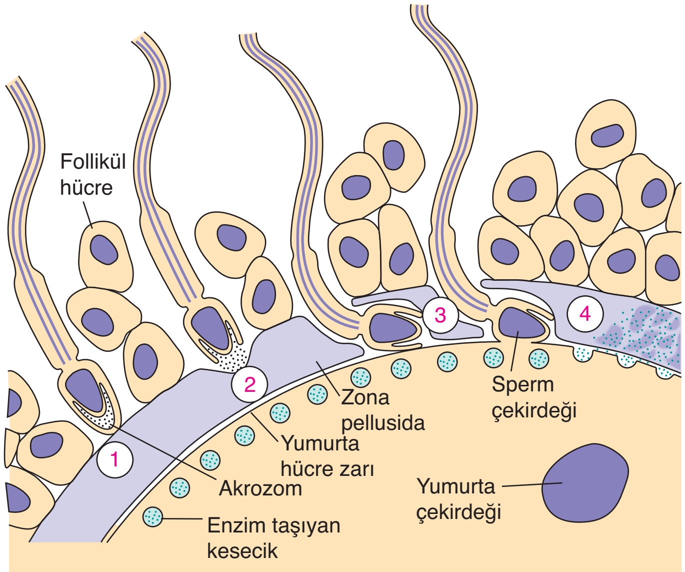
Not: İnsanlardaki oogenez ve spermatogenezin karşılaştırılması

Oogenez	Spermatogenez
• Dişi bireylerde gerçekleşir.	• Erkek bireylerde gerçekleşir.
• Embriyonik dönemde başlar.	• Ergenlik döneminde başlar.
• Menopoz döneminde biter.	• Sürekli bir olaydır.
• Bir tane olgun yumurta üretilir.	• Oluşan dört spermde dölleme özelliğindedir.
• Oluşan hücreler hareketsizdir.	• Oluşan hücreler hareketlidir.

IV. DÖLLENME

- Mayoz bölünmesini tamamlamış sperm ve yumurtanın haploit hücrelerinin kaynaşmasına **döllenme** denir. Döllenme sonucu oluşan diploit hücreye ise **zigot** adı verilir.

➢ Aşağıdaki şemada insanda bir spermin yumurta hücresini dölleme aşamaları verilmiştir.



➢ **Bu süreçte numaralandırmış basamaklarda aşağıdaki olaylar gerçekleşir:**

1. Yumurta hücresinin salgıladığı fertilizin (kimyasal bir madde), spermin yumurtaya doğru hareket etmesini sağlar. Folikül tabakasını geçen sperm hücresi zona pellusida tabakasındaki reseptör moleküllere bağlanır.

2. Bu bağlanma ile spermin akrozomunda bulunan sindirim enzimleri zona pellusida içine salgılanır.

3. Enzimlerin yardımıyla sperm yumurta hücresinin zarına ulaşır, spermin zar proteinleri yumurta zarı üzerindeki proteinlere bağlanır. Bu kaynaşma sonucunda sperm çekirdeği yumurta hücresine girer ve döllenme sonucu zigot oluşur.

4. Spermin yumurta zarına bağlanması, yumurta hücresinden bazı enzimlerin salgılanmasına neden olur. Bu enzimler zona pellusidanın sertleşmesini sağlar. Böylece diğer spermlerin yumurta hücresine girmesi engellenir.

Cinsel Yolla Bulaşan Hastalıklar

➢ Günümüzde cinsel ylla bulaşan belli başlı hastalıklar arasında AIDS, frengi, bel soğukluğu, hepatit ve HPV (Human Papilloma virus) nin neden olduğu rahim ağzı kanseridir.

➢ AIDS, HIV (Human deficiency virus) virüsünün cinsel ilişki ile kana geçmesi ve akyuvarları enfekte ederek bağışıklık sisteminin çökmesiyle ortaya çıkan bir hastalıktır. Günümüzde tedavisi ya da aşısı yoktur. Korunma yollarına dikkat ederek yayılma engellenebilir.

➢ Frengi ve bel soğukluğu bakterisi, cinsel ilişki sırasında üreme organlarına geçerek çıbanlar ve yaralar oluşturur. Bu hastalıklar, uygun antibiyotikler kullanılarak tedavi edilebilmektedir.

Örnek Sorular

25. İnsanlardaki döllenmede,

I. akrozomdaki enzimlerin zona pellusida içine salgılanması,

II. sperm ve yumurta zarlarının kaynaşması,

III. spermin kemotaksi ile yumurtaya doğru hareket etmesi,

IV. sperm ve yumurta çekirdeklerinin kaynaşması

olayları hangi sırayla gerçekleşir?

A) II - III - I - IV
B) III - I - II - IV
C) I - III - IV - II
D) III - II - I - IV
E) I - III - II - IV

26. İnsanlara ait eşeyli üreme olayında aşağıdaki basamaklardan hangisi fallopi tüpünde <u>gerçekleşmez</u>?

A) Spermin zona pellusida üzerindeki reseptörlere bağlanması

B) Zigot oluşumu

C) Sperm ve yumurta zarlarının kaynaşması

D) Oogenez olayının başlaması

E) Döllenme sonrası zona pellusida tabakasının sertleşmesi

27. Oogenez ve spermatogenez olayları için,

I. tür içi çeşitliliği arttırma,

II. y gonozomu içeren hücreler oluşturma,

III. mayoz bölünme ile gerçekleşme

özelliklerinden hangileri ortak <u>değildir</u>?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve II
E) II ve III

22	A	23	C	24	B

Örnek Sorular

28. **Aşağıdakilerden hangisi cinsel yolla bulaşan hastalıklardan biri değildir?**

A) Frengi B) AIDS
C) Hepatit D) Bel soğukluğu
E) KOAH

29. **Tüp bebek yönteminde,**

I. döllenme sonucu zigot oluşumu,
II. gelişen yumurtaların toplanması,
III. embriyonun anne adayının rahmine transfer edilmesi

basamaklar hangi sıra ile uygulanır?

A) I – II – III B) I – III – II
C) II – I – III D) II – III – I
E) III – I – II

30. **HIV virüsü ile ilgili,**

I. Ribozom dışında organel içermez.
II. Cinsel temas ile bir bireyden diğerine geçebilir.
III. Konak hücre olarak bir akyuvar çeşidi olan lenfositleri kullanır.

ifadelerinden hangileri yanlıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

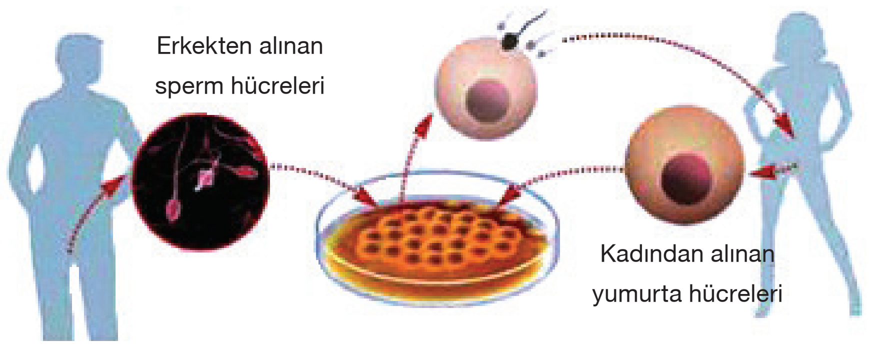
25	B	26	D	27	B

- HPV bir siğil virüsü olmasına rağmen bazı türleri siğil yapmayıp rahim ağzı hücrelerine yerleşerek rahim ağzı kanserine neden olmaktadır. Cinsel ilişki yoluyla bulaşan bu hastalığın erken teşhis için kadınların düzenli smear testi yaptırması gereklidir.
- Hepatit virüsünün bazı tipleri de yine korunmasız cinsel ilişkiyle bulaşarak karaciğere yerleşir. Hepatite ve sonrasında karaciğer kanserine ve siroza neden olabilir.
- Cinsel yolla bulaşan hastalıklardan korunmada önemli iki yoldan biri prezervatif kullanmak, diğeri tek eşliliği tercih etmektir. Üreme sistemlerinin düzenli muayenelerle kontrolü de çok önemlidir.

Aile Planlaması ve Tüp Bebek Yöntemi :

- Ailelerin istedikleri zaman, bakabilecekleri sayıda çocuk sahibi olabilmesi için sürdürülen çalışmalara ve verilen hizmetlerin tümüne **aile planlaması** denir.
- Aile planlaması, sadece çocuk sahibi olan ailelere değil, çocuk sahibi olmak isteyip de olamayan ailelere de yardımcı olmaktadır.
- Çocuk sahibi olamayan birçok çift için, gebelik şansını artırmak amacıyla yardımcı üreme teknikleri geliştirilmiştir.

  Bu amaçla en yaygın olarak kullanılan yöntem in vitro fertilizasyon (IVF) ya da halk arasında bilinen adıyla tüp bebek yöntemidir.
- Tüp bebek yönteminde sırasıyla aşağıdaki basamaklar uygulanır:
  - Yumurtalıklara çok sayıda yumurtanın geliştirilmesi.
  - Yumurtanın, yumurtalıktan alınması.
  - Yumurtanın sperm hücresi tarafından vücut dışında (in vitro) döllenmesi ile zigot oluşumu.
  - Zigotun bölünmesi sonucu oluşan embriyonun anne rahmine transfer edilmesi



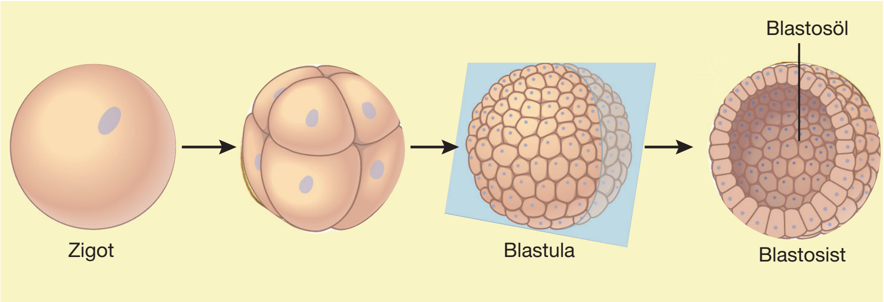
Tüp bebek yöntemi

B. BÜYÜME VE GELİŞME

➢ Zigot ile başlayıp yeni bir birey oluşması ile sonlanan olayların tamamına **gelişme** denir. Embriyonun gelişimi sırasında, segmentasyon (bölünme), gastrula (hücre göçü), farklılaşma ve organogenez evreleri görülür.

a. Segmentasyon

➢ Gelişimin başlangıcında hızlı ve birbirini takip eden mitoz bölünmeler gerçekleşir. Bu bölünmelere **segmentasyon** denir.



Segmentasyon sırasında oluşan yapılar

➢ Bu evrede büyüme meydana gelmez. Zigot madde miktarı artmadan gittikçe küçülen hücrelere bölünür.

➢ Segmentasyon sonucu oluşan her bir hücreye **blastomer** denir. Segmentasyonda sırasıyla morula ve blastula adı verilen yapılar oluşur.

➢ Zigotun bölünmesi sonucu blastomer sayısı ikinin katları şeklinde (2–4–8–16) artar. Birbirleriyle aynı büyüklük ve genetik özelliklere sahip blastomerlerin oluşturduğu dut görünümündeki bu hücre topluluğuna **morula** denir.

Not: Moruladaki hücreler zigota göre daha küçüktür. Çünkü zigot büyümeden bölünür. Böylece hücrelerin yüzey/hacim oranı artar.

➢ Morula evresindeki embriyonun iç kısmındaki hücreler kenara doğru göç eder ve içi boş olan bir yapı oluşur. Bu yapıya **blastula**, içi sıvı ile dolu olan boşluğuna **blastosöl** (birinci karın boşluğu) denir. Bu boşluk geçici olup gelişimin ilerleyen evrelerinde kaybolur. Blastula evresindeki hücrelerin her biri çevreleriyle temas halinde oldukları için gaz alış verişini kolayca gerçekleştirir. Bu hücrelerde farklılaşma yoktur.

b. Gastrulasyon

➢ Blastulanın alt yüzeyindeki hücrelerin blastula boşluğuna doğru göç etmesi ile başlayıp, üç tabakalı embriyonun oluşumu ile sonuçlanan olayların tamamına **gastrula evresi** denir.

➢ Hücre göçünün başladığı açıklığa blastopor, hücre göçü sonucu oluşan boşlu-

Örnek Sorular

31. İnsan embriyosunun normal gelişiminde,

I. mitoz,
II. mayoz-I ve mayoz-II,
III. farklılaşma

olaylarının hangileri görülür?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

(2004 – ÖSS)

32. Sperm ve yumurtanın döllenmesi sonucu oluşan zigotun gelişimi sürecinde,

I. gastrula,
II. blastula,
III. morula

evreleri hangi sıra oluşur?

A) I - II - III B) II - I - III
C) II - III - I D) III - I - II
E) III - II - I

33. Segmentasyon sürecinde oluşan blastomerlerin ayrılarak bağımsız bir şekilde gelişmesiyle oluşan ikizlerin aşağıdaki özelliklerinden hangisi farklı olabilir?

A) Boy uzunlukları
B) Kan grupları
C) Cinsiyetleri
D) Göz renkleri
E) DNA nükleotit dizilimleri

28	E	29	C	30	A

Örnek Sorular

34. **Bir canlının embriyonik gelişim sürecinde oluşan morula ve blastula yapılarındaki hücrelerin,**

I. sitoplazma miktarları,
II. genetik yapıları,
III. organel sayıları

özelliklerinden hangileri farklı olabilir?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

35. **İnsan embriyosuna ait olan,**

I. endoderm,
II. mezoderm,
III. ektoderm

tabakalarının içten dışa doğru sıralanışı nasıl olmalıdır?

A) I - II - III B) II - III - I
C) III - II - I D) I - III - II
E) II - I - III

36. **İnsanın normal gelişme ve çoğalma evrelerinde,**

I. zigotun bölünmeye başlaması,
II. yumurta hücresinin oluşumu,
III. sperm hücresinin oluşumu,
IV. gastrula (üç tabakalı embriyo) oluşumu,
V. blastula (içi sıvı dolu top görünümlü embriyo) oluşumu

olaylarından hangilerinde mayoz bölünme gerçekleşir?

A) I ve II B) II ve III C) IV ve V
D) I, II ve III E) I, IV ve V

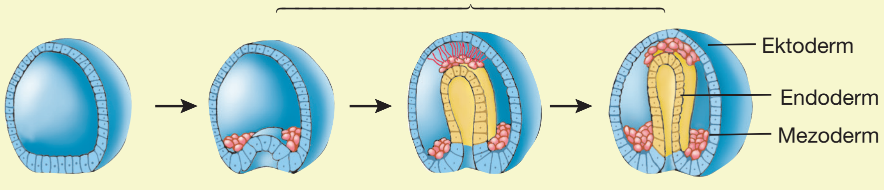
(1999 – ÖSS)

31	D	32	E	33	A

ğa ise **gastrula boşluğu** denir.

- Blastopordan ilkel canlılarda ağız, gelişmiş canlılarda anüs oluşur.
- Gastrula boşluğu gelişimin ilerleyen evrelerinde sindirim kanalı haline gelir.

➢ Gastrula evresinin sonunda organizmanın bütün doku ve organlarını meydana getirecek olan embriyonik tabakalar oluşmuş olur. Bu tabakalar dıştan içe doğru ektoderm, mezoderm ve endoderm şeklinde sıralanır.



Gastrula evresinde embriyonik tabakaların oluşumu

c. Farklılaşma ve Organogenez

➢ Gastrula evresinde oluşan üç embriyonik tabakadan organizmanın bütün doku, organ ve sistemlerin oluşmasına organogenez adı verilir.

➢ Organogenezde gittikçe değişen gen faaliyeti, hücrelerin göçü, hücreler arasındaki kümeleşme ve karşılıklı etkileşim ile gerçekleşir.

➢ Organogenez sırasında hücre grupları özelleşerek özel dokuları ve organları meydana getirir. Bu süreçte hücre bölünmesi devam ederken bazı hücreler ölür.

1. Segmentasyon Dönemi

➢ Sperm ve yumurta hücreleri fallop tüpünde birleşerek zigotu oluşturur. Bu hücre mitoz bölünmeler geçirerek 16 hücreden oluşan dut görünümünde bir kitle oluşturur. Embriyonun bu hali **morula** aşamasını ifade eder.

➢ Morula fallop tüpünden rahime geçerek içi sıvı dolu top şeklinde bir yapı olan **blastosiste** dönüşür. Blastosist embriyonun blastula aşamasındaki halidir. Döllenmeden yaklaşık olarak bir hafta sonra blastosist endometriyuma yerleşir.

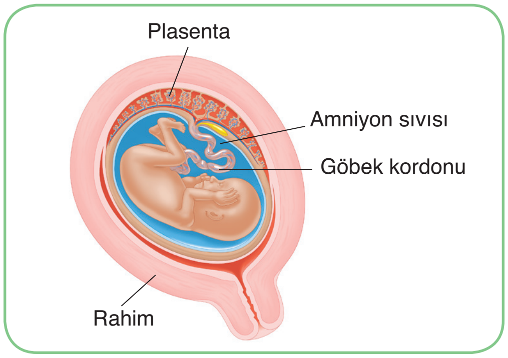
➢ Embriyo rahim duvarı içerisinde oluşturulan çöküntüye yavaş yavaş gömülür. Gömülen embriyo rahim duvarını kalınlaşması için uyarır. Blastosistin özel hücreleri, rahim duvarı içine doğru parmak şeklinde uzantılar geliştirmeye başlar. Bu uzantılar villus ve çok miktarda kan damarı bulundurur. Böylece villuslar ve endometriyum yapıları plasentayı oluşturmaya başlar.

2. Embriyonik Evre

➢ Hamileleğin ikinci haftası ile başlayıp sekizinci haftanın sonuna kadar devam eden bir evredir. Bu süreçte plasenta oluşumu ile vücut organlarının gelişimi gerçekleşir.

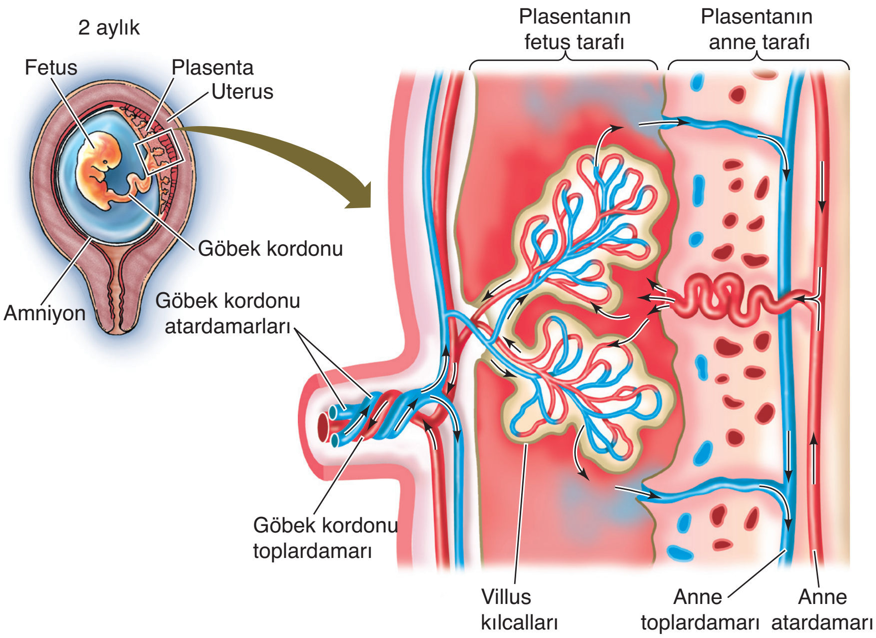
➢ Bu dönemin başlarında embriyoda endoderm ve ektoderm tabakaları oluşur. Kısa bir süre içinde bu iki tabaka arasında mezoderm oluşur. Bu üç tabaka vücuttaki tüm organların oluşumundan sorumludur.

- Bu evrenin başında embriyonun etrafında **amniyon zarı** gelişmeye başlar. Zar ile embriyo arasındaki boşluk **amniyon sıvısı** ile doludur. Bu sıvı embriyoyu mekanik darbelere karşı korur.
- **Vitellus kesesi**, ikinci haftada görülmeye başlar ve bir süre embriyoyu besler. Allantoyis, embriyonik gelişimin üçüncü haftası boyunca gelişir. Kan hücrelerinin oluşturulmasında görev alır ve göbek kordonundaki atardamarları ve toplardamarı oluşturur.



Embriyo gelişimi boyunca amniyon sıvısının içinde bulunur.

- Dördüncü haftada embriyonun baş ve çenesi belirginleşmeye başlar. Kol ve bacakları tomurcuk halinde belirginleşir ve kalp atışı başlar.
- Beşinci ve yedinci haftalar boyunca başı hızlı bir şekilde büyür. Yüz kısmında gözler, burun ve ağız gelişir. Kollar ve bacaklar uzar, el ve ayak parmakları belirmeye başlar. Yedinci haftanın sonunda iç organlarının tamamı oluşmuş durumdadır ve vücudu insan benzeri bir duruma gelir. Embriyonik evre sekizinci haftanın sonunda tamamlanır.
- Gelişmesinin ilk 2-4 haftalık döneminde embriyo, besinleri doğrudan endometriyumdan alır. Daha sonraki haftalarda embriyo ile anne arasındaki madde alış verişi **plasenta** adı verilen yapı ile sağlanır.



Anne ile fetus arasındaki madde alış verişi plasenta ile sağlanır.

Örnek Sorular

37. Embriyonik gelişimin segmentasyon evresi ile ilgili,

I. Rahimde gerçekleşir.

II. Hızlı mitoz bölünmeler olur.

III. Önce morula sonra blastula adı verilen yapılar oluşur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

38. İnsanlara ait gelişim sürecinde,

I. fetüs,

II. zigot,

III. embriyo

yapıları hangi sıra ile oluşur?

A) I - II - III B) II - I - III

C) III - I - II D) III - II - I

E) II - III - I

39. Aşağıdaki durumlardan hangisinde oluşan yeni bireylerin, hücre çekirdeklerindeki kalıtsal özellikleri, atasınınkine bire bir <u>benzemeyebilir</u>? (Mutasyon gerçekleşmediği kabul edilecektir.)

A) Ana bireyde oluşan bir tomurcuktan gelişen yeni bir bireyin

B) Mitozla oluşan diploit spordan gelişen yeni bir bireyin

C) Hermafrodit iki canlının birbirlerini döllemesiyle oluşan bireylerin

D) Diploit bir canlının diploit yumurtasından partenozgenezle gelişen yeni bir bireyin

E) Planaryanın vücudunun ikiye bölünmesiyle oluşan bireylerin

(2011 – LYS)

40. İnsanın embriyonik gelişimi ile ilgili,

I. Segmantasyon sonucu oluşan blastosit endometriyuma tutunur.

II. Plasenta oluşumu gelişimin birinci haftasında tamamlanır.

III. Dişi bireye ait fallopi tüpünde başlar, rahimde ise tamamlanır.

ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

34	C	35	A	36	B

Örnek Sorular

41. **İnsanlardaki embriyonik gelişim sürecinde oluşan aşağıdaki yapılardan hangisi embriyoyu mekanik darbelere karşı korur?**

A) Vitellus kesesi
B) Allantoyis
C) Amniyon sıvısı
D) Ektoderm tabakası
E) Blastomer

42. **Anne karnında gelişmekte olan erkek bir embriyoda,**

I. mitoz bölünme,
II. farklılaşma,
III. mayoz bölünme,
IV. gamet oluşumu,

olaylarından hangileri gerçekleşir?

A) I ve II B) I ve III C) I ve IV
D) II ve III E) III ve IV

43. **Plasentanın yapısı ve görevleri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?**

A) Göbek bağı ile embriyoya bağlanır.
B) Sadece anneye ait dokular içerir.
C) Östrojen ve progesteron gibi hormonları salgılar.
D) Metabolik atıkların embriyodan uzaklaştırılmasında görev yapar.
E) Bol miktarda kılcal damar içerir.

44. **Anneye ait olan,**

I. oksijen,
II. antikor,
III. karbon dioksit,
IV. glikoz

moleküllerinden hangileri plasenta aracılığı ile embriyoya aktarılır?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III
D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

37	D	38	E	39	C	40	A

➢ Plasenta anneye ait endometriyum ile embriyoya ait koryon zarı arasında oluşur. Plasenta tam oluştuğu zaman 20 cm uzunluğunda ve 2,5 cm kalınlığında olan kırmızımsı bir disktir. Embriyo gelişen göbek kordonuyla plasenta ile bağlantı kurar. Plasentanın iki önemli görevi vardır:

- Anne ve fetus arasında madde alış verişinin gerçekleşmesini (pasif ve aktif taşıma ile) sağlar.
- Endokrin bez gibi davranarak östrojen ve progesteron hormonlarını salgılar.

Not: Göbek kordonundaki damarlar fetusa göre adlandırılır. Fetustan plasentaya doğru giden damarlara atardamar; plasentadan fetusa doğru giden damara toplardamar denir.

➢ Embriyoya ait karbondioksit gibi metabolik atıklar göbek kordonundaki atardamarlarla plasentaya gelir. Buradaki villuslardaki kılcal damarlardan annenin kanına geçer. Anne kanından plasentaya geçen besin, oksijen ve antikor gibi moleküller, göbek kordonu toplardamarı aracılığı ile fetusa taşınır.

3. Fetal Evre

➢ Hamileliğin sekizinci haftasında başlayıp doğuma kadar devam eden bir dönemdir. Bu dönemdeki embriyoya, **fetus** adı verilir. Fetusun mevcut kısımları büyümeye devam eder ve olgunlaşır. Büyüme hızı yüksek olup vücut oranları büyük ölçüde değişir.

➢ Üçüncü ayda, vücut uzunluğunun artışı hızlanırken başın büyümesi yavaşlar. Bu ayın sonunda dış üreme organları belirginleşmeye başlar. Dördüncü ayda, vücut çok hızlı büyür ve fetusun uzunluğu 13-17 cm olur. Bacaklar önemli ölçüde uzar ve iskelet kemikleşmeye devam eder.

➢ Beşinci ayda büyüme hızı biraz yavaşlar. Fetusun iskelet kasları çalışmaya başlar. Böylece anne fetusun hareketlerini hissedebilir. Saçları ve deride ince kıllar çıkar. Altıncı ayda, vücut önemli ölçüde ağırlık kazanır. Kaşlar ve kirpikler belirir. Deri oldukça buruşuk ve şeffaftır.

➢ Yedinci ayda, deri altında yağ depolanması nedeniyle derideki kırışıklıklar azalır. Bu ayın sonunda fetusun uzunluğu 37 cm civarındadır. Sekizinci ayda erkeklerin testisleri oluştukları yerden testis torbasına iner.

➢ Dokuzuncu ayın sonunda bebek doğuma hazırdır. Fetus oldukça büyümüş olduğundan rahim içinde sıkışmış olup fazla hareket edemez.

4 aylık

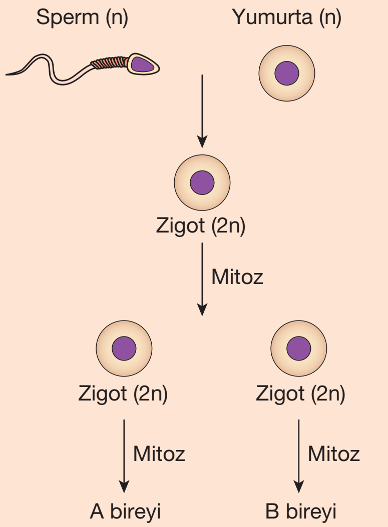
9 aylık

Yeni doğan

Fetusun gelişim evreleri

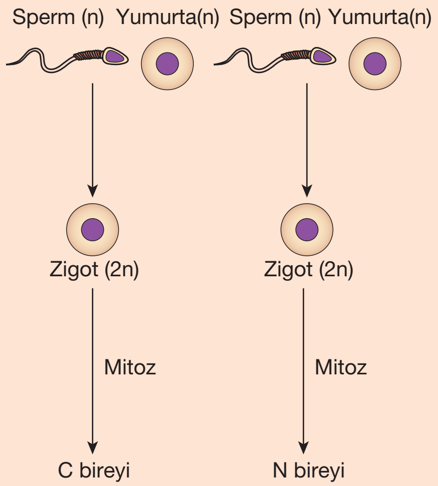
➢ Aşağıda tek ve çift yumurta ikizlerinin oluşumu ve özellikleri karşılaştırılmıştır :

Tek Yumurta İkizi



- Tek bir spermin tek bir yumurtayı döllemesi sonucu oluşan zigotun segmentasyonu sırasında blastomerlerden bir tanesinin ayrılıp iki ayrı zigot şeklinde gelişmesi sonucu oluşurlar.
- Tek bir zigottan köken aldıklarından genetik yapıları aynıdır.
- Cinsiyet, göz rengi ve kan grubu gibi kalıtsal özellikleri aynıdır. Boy, kilo ve zeka gibi çevreden etkilenen özellikleri farklı olabilir.

Çift Yumurta İkizi



- İki ayrı spermin iki farklı yumurtayı döllemesi sonucu oluşan iki farklı zigotun mitoz bölünmesi sonucu oluşurlar.
- İki ayrı zigottan köken aldıkları için genetik yapıları farklıdır.
- İki kardeş oranında benzerler. Cinsiyet, göz rengi ve kan grubu gibi kalıtsal özellikleri aynı ya da farklı olabilir.

Hamilelikte Bebeğin Gelişimini Olumsuz Etkileyen Faktörler

➢ Son yıllarda hızla gelişen teknikler sayesinde anne ve babalar anne karnındaki bebeğin gelişim evrelerini detaylı olarak takip edebilmektedir. Ultrason ve amniyosentez hamileliğin izlenmesinde en yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir.

➢ **Ultrason** hamilelik takibinde en yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir. Hamilelikte hiçbir problem olmasa bile belirli aralıklarla ultrason kontrolü yapılmaktadır.

➢ Hamileliğin farklı aylarında ultrason ile farklı ölçümler yapılır. Bu ölçümler ile; embriyonun kaç haftalık olduğu, tahmini ağırlığının kaç gram olduğu, kalp atış hızının normal olup olmadığı, gelişiminin normal sınırlar içinde olup olmadığı, ense kalınlığı ve kafatası çapının normal olup olmadığı, cinsiyetinin ne olduğu, amniyon sıvısının normal miktarda olup olmadığı gibi sorular yanıtlanabilir.

Amniyosentez, rahim içerisine iğne sokularak bir miktar sıvı alma işlemidir. Bu sıvı ve sıvı içindeki fetal hücreler incelenerek bebeğin kromozom yapısı, genetik hastalık taramaları, enfeksiyon varlığı ve metabolik hastalıkları ile ilgili bilgiler edinilebilir.

Amniyosentez uygulamaları şu durumda yapılır:

- Anne adayı 35 yaş ve üzerindeyse
- Ultrason ile yapılan ölçümlerde anormallik görülürse
- Doğum öncesi tarama testlerinde anormal bir sonuç saptanmışsa
- Daha önceki gebeliklerde kromozom bozukluğuna rastlanmışsa

Örnek Sorular

45. **Anne karnında gelişimini tamamlamakta olan bir embriyoda,**

I. dolaşım,

II. sindirim,

III. sinir

sistemlerinden hangilerinin görev yapması <u>beklenmez</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) II ve III

46. **Amniyosentez tekniği ile ilgili,**

I. Hamile bayanların tamamına uygulanır.

II. Kromozomal anormalliklerin tedavi edilmesini sağlar.

III. Hamileliği ilk iki haftasında uygulanır.

yargılarından hangileri <u>yanlıştır</u>?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

47. **İkizler ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Çift yumurta ikizlerinin cinsiyetleri farklı olabilir.

B) Tek yumurta ikizlerinin protein yapıları aynıdır.

C) Tek yumurta ikizlerinin oluşumu için iki farklı yumurta gerekir.

D) Çift yumurta ikizleri iki kardeş oranında benzer.

E) Tek yumurta ikizleri arasındaki doku nakli, çift yumurta ikizlerine göre daha başarılı olur.

41	C	42	A	43	B	44	D

Örnek Sorular

48. **Ultrason ile yapılan gözlemler ile embriyoya ait,**

I. boy uzunluğu,

II. cinsiyeti,

III. kaç haftalık olduğu

özelliklerinden hangileri belirlenebilir?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

49. **Aşağıdakilerden hangisi hamileliği diğerlerine göre farklı bir yönde etkiler?**

A) Dengeli beslenme

B) Folik asit takviyesi

C) Düzenli uyku

D) Sigara kullanımı

E) Spor yapma

50. Hamile bayanlara düzenli olarak süt ya da süt ürünleri tüketilmesi önerilir.

Bu durum embriyonun,

I. iskelet,

II. solunum,

III. boşaltım,

sistemlerinden hangilerinin gelişimini doğrudan etkiler?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

51. **Anne karındaki bir embriyoya ait aşağıdaki sistemlerden hangisi diğerlerine oranla daha az gelişir?**

A) Dolaşım

B) Boşaltım

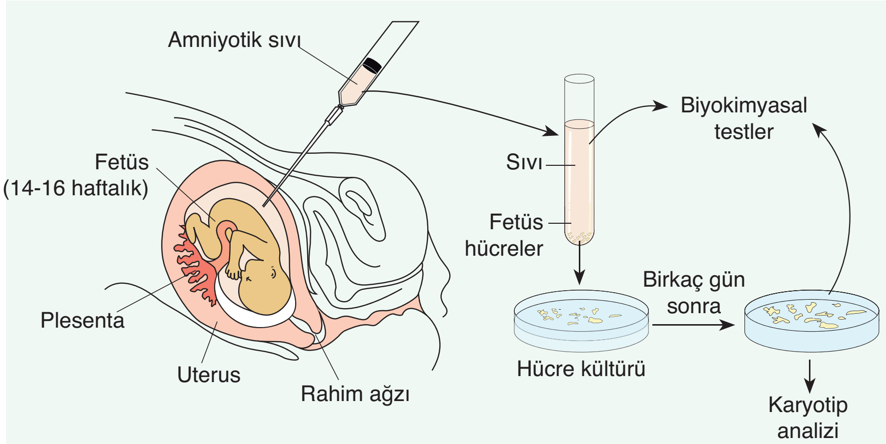
C) Bağışıklık

D) Kas

E) Sinir

45	B	46	E	47	C

48	E	49	D	50	A	51	C



Doğumdan önce bazı kromozomal hastalıkların belirlenmesi için yapılan amniyosentez.

➢ Bebeğin anne karnındaki gelişimini etkileyen birçok faktör vardır. Bunlardan bir kısmı fetuse (anne karnındaki bebek) ait yapısal bozukluklar ya da hastalıklar, diğer bir kısmı ise anneyle ilgili durumlardır. Hamilelikte sigara içilmesi, alkol ve uyuşturucu kullanımı, folik asit yetersizliği gibi etkenler bebeğin gelişimini olumsuz etkiler.

a. Sigara

➢ Hamilelikte sigara kullanımı fetusun büyümesini yavaşlatabilir. Düşük yapma ve erken doğum tehlikesi sigara içen annelerde daha fazladır. Nikotin kuvvetli bir damar büzücü olduğundan rahime giden kan miktarını azaltır. Bu durum anneden bebeğe geçen besini azalttığından bebeğin gelişimini yavaşlatır.

➢ Sigarada bulunan karbonmonoksit ise hemoglobine bağlanarak kandaki oksijen miktarını düşürür. Anneden yeterince oksijen alamayan bebeğin vücutsal ve zihinsel gelişimi geri kalır.

b. Alkol

➢ Hamileliğe hazırlık ve hamilelik dönemlerinde alkol tüketiminden kaçınmak gerekir. Hamilelik dönemlerinde az miktarda alkol alan annelerin bebeklerinde düşük doğum ağırlığı ve gelişme geriliği görülmektedir.

➢ Günlük alınan alkol miktarı fazla ise bebeklerde gelişme geriliği, yüz ve kulak deformasyonları, sinir sisteminde fonksiyon bozuklukları, zeka geriliği, diş gelişimde problemler, iskelet sistemine ait bozukluklar, kalp, karaciğer ve üreme sistemine ait hasarlar görülür.

c. Folik Asit Yetersizliği

➢ Folik asit B grubunda (B_9) suda çözünen bir vitamindir. Doğal besin maddelerinde bulunan şekline folat, ilaçlarda ve işlenmiş besinlerde bulunan formuna ise folik asit denir. Yeşil yapraklı sebzelerde (ıspanak, marul, roka, brokoli), karaciğerde ve baklagillerde bol miktarda bulunur.

➢ Folik asit, bebeğin beyin ve sinir sistemi gelişimi için önemli olduğundan hamile kalmadan önce alınmaya başlanması gerekir. Yapılan araştırmalar folik asit alımının gebelikten en az 3 ay önce başlaması gerektiği sonucunu ortaya koymuştur. Folik asit vücutta depolanmadığından günlük olarak alınmalıdır.

➢ Anne adayının folik asiti düzenli alması bebeklerdeki merkezi sinir sistemi anormalliklerini büyük ölçüde azaltır. Folik asit eksikliğinde omurganın açık olması, beynin kafatası kemiğinin dışına çıkması ve beynin gelişmemesi gibi hastalıkların görülme olasılığı artar.

DERS NOTLARI

DERS NOTLARI

1. TEST

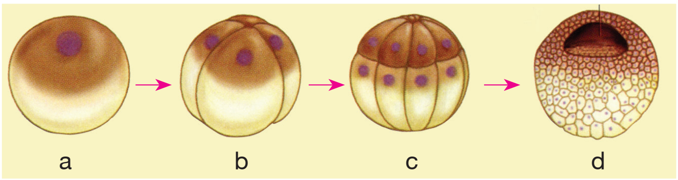
1. **İnsanlardaki eşeyli üremede,**

I. zigot,
II. gamet,
III. embriyo

yapılarından hangilerinin oluşumu sırasında genetik varyasyon oluşur?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

2. Aşağıda embriyonik gelişimin segmentasyon evresine ait olan dört basamak verilmiştir.



Bu evrelerle ilgili,

I. c'nin hücre sayısı a'dan fazladır.
II. b'deki tüm hücrelerin genetik yapısı aynıdır.
III. d evresinde embriyonik tabakalar oluşur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

3. **Dişi bir memeliye ait menstruasyon döngüsünde,**

I. progesteron salgısının artması,
II. ovulasyonun gerçekleşmesi,
III. endometriyumun kalınlaşmaya başlaması

olayları hangi sıra ile gerçekleşir?

A) I - II - III B) I - III - II C) II - III - I
D) III - I - II E) III - II - I

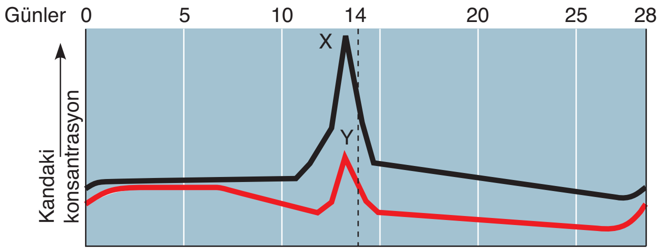
4. **Döllenmemiş bir yumurta hücresi,**

I. fallopi tüp,
II. uterus,
III. vajina

yapılarından hangi sıra ile geçerek vücut dışına atılır?

A) I - II - III B) I - III - II C) II - I - III
D) II - III - I E) III - I - II

5. Aşağıdaki grafikte manstrual döngüde görev yapan iki hormonun kandaki miktarlarının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



Bu hormonlar ile ilgili,

I. X hormonu ovaryum, Y hormonu hipofiz bezinden salgılanır.
II. X hormonu ovulasyona neden olur.
III. Y hormonunun uterusu uyarması sonucu progesteron hormonu salgılanır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

6. **Aşağıdakilerden hangisi erkek üreme sistemine ait yapılardan biri <u>değildir</u>?**

A) Vas deferens kanalı
B) Prostat bezi
C) Üreter
D) Testis
E) Seminifer tüpçükler

7. **Menstrual döngünün ovulasyon evresi ile ilgili,**

I. LH hormonunun etkisiyle gerçekleşir.

II. Progesteron miktarının azalmasına neden olur.

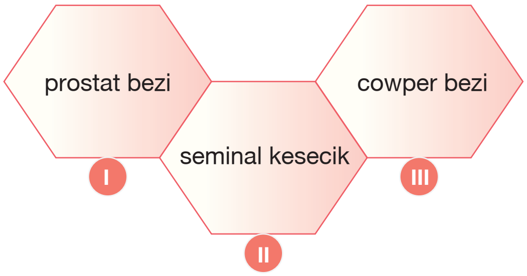
III. Korpus luteum oluşumunu sağlar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

8. **Erkek üreme sistemine ait olan,**



yapılarından hangileri seminal sıvı üretiminde görev yapar?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

9. **İnsanlarda döllenmede,**

I. spermin, zona pellusidadaki reseptörlere tutunması,

II. sperm ve yumurta zarlarının kaynaşması sonucu sperm çekirdeğinin yumurta hücresine aktarılması,

III. yumurtadan salgılanan fertilizin moleküllerinin etkisiyle spermin yumurtaya doğru hareket etmesi

olayları hangi sıra ile gerçekleşir?

A) I - II - III B) I - III - II C) II - III - I

D) III - II - I E) III - I - II

10. **Progesteron salgısı yetersiz olan dişi bir memelide aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşmez?**

A) Döllenme B) Ovulasyon

C) Oogenez D) Plasenta oluşumu

E) FSH üretimi

Palme Yayınevi

11. **Dişi bir memeliye ait olan,**

I. uterus,

II. plasenta,

III. korpus luteum,

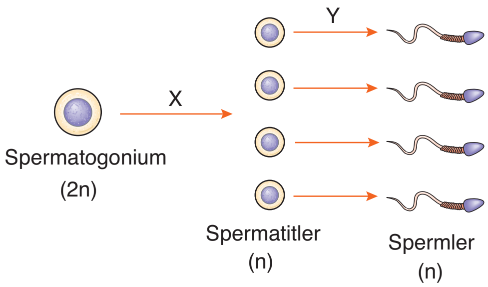
IV. hipofiz

yapılarından hangileri progesteron hormonu salgılayabilir?

A) I ve II B) I ve III C) I ve IV

D) II ve III E) III ve IV

12. Aşağıda spermatogenez olayına ait bir şema verilmiştir.



Bu şema ile ilgili,

I. X olayı genetik varyasyona neden olur.

II. Y olayı epididimis kanalında gerçekleşir.

III. X olayında görev alan enzimlerin optimum sıcaklığı 37°C'dir.

ifadelerinden hangileri doğru değildir?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

13. **İnsanlarda,**

I. mayoz bölünme,

II. zigot oluşumu,

III. embriyonun gelişimi,

IV. gamet oluşumu

olaylarından hangileri yumurtalıklarda gerçekleşir?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III

D) I, II ve IV E) II, III ve IV

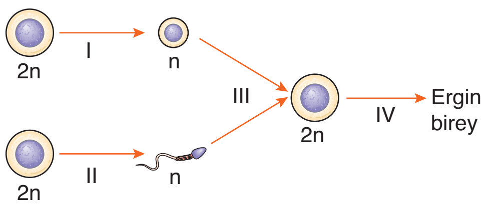
1. B	2. D	3. E	4. A	5. B	6. C	7. C	8. E	9. E	10. D	11. D	12. A	13. B

2. TEST

1. **Üreme hormonları ve salgılandıkları yapılar ile ilgili aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi doğru değildir?**

A) Östrojen – Ovaryum
B) FSH – Hipofiz
C) Testosteron – Testis
D) Progesteron – Hipofiz
E) LH – Hipofiz

2.



Eşeyli üremeye ait olan yukarıdaki şemadaki numaralı basamaklardan hangilerinde krosing over'a bağlı olarak varyasyon oluşur?

A) I ve II
B) I ve III
C) III ve IV
D) I, II ve III
E) I, II ve IV

3. **Östrojen hormonu ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) Dişiye ait özelliklerin gelişmesini sağlar.
B) Negatif geri bildirimle hipofizden salgılan FSH miktarını azaltır.
C) Hem ovaryum hem de plasentadan salgılanır.
D) Fallopi tüpü ile hedef organa taşınır.
E) Endometriyum iç çeperinin kalınlaşmasını sağlar.

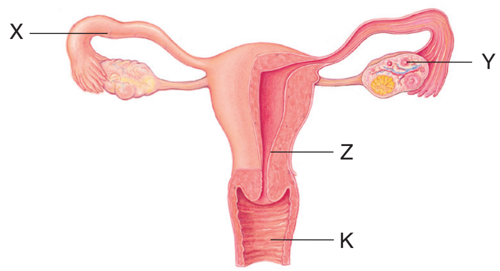
4. **Embriyoya ait olan ektoderm, endoderm ve mezoderm tabakaları, gelişimin hangi basamağında oluşur?**

A) Nörülasyon
B) Blastula
C) Gastrula
D) Organogenez
E) Morula

5. **İnsanlarda oogenez sonucu oluşan olgun yumurta sayısının, spermatogenez sonucu oluşan sperm sayısına oranı kaçtır?**

A) 4
B) 2
C) 1
D) 1/2
E) 1/4

6. Aşağıda dişi üreme sistemi şematik olarak gösterilmiştir.



Şemaya ait yapılar ile ilgili,

I. Foliküllerin gelişimi Y kısmında gerçekleşir.
II. Z kısmına ait hücrelerde meydana gelen bir mutasyon kalıtsal olmaz.
III. K kanalından hem idrar hem de döllenmemiş yumurta atılır.
IV. Döllenme sonucu zigot oluşumu X kanalında olur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II
B) II ve IV
C) III ve IV
D) I, II ve IV
E) I, II, III ve IV

7. **Fallopi tüpü doğuştan kapalı olan ergin bir dişi memelide,**

I. oogenezle yumurta oluşumu,
II. endometriyum iç çeperinin kalınlaşması,
III. döllenme ile zigot oluşumu

olaylarından hangileri gerçekleşemez?

A) Yalnız II
B) Yalnız III
C) I ve II
D) II ve III
E) I, II ve III

8. **Dişi memelilerde görülen aşağıdaki olaylardan hangisi döllenmenin gerçekleştiğini kanıtlar?**

A) Yumurtanın döl yatağına doğru ilerlemesi

B) Yumurta hücresinin, yumurta kanalına geçmesi

C) Korpus luteumun progesteron salgılaması

D) Endometriyumun mitoz bölünmeler ile kalınlaşması

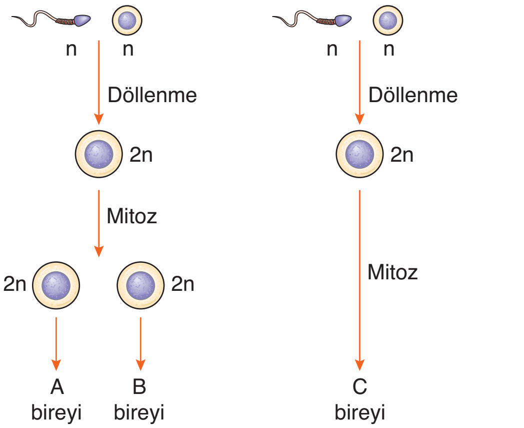
E) Embriyonun rahim iç çeperine tutunması

9. **Sağlıklı bir hamilelik geçirmekte olan bir annenin kanında bulunan aşağıdaki molekül ya da yapılardan hangisi embriyoya <u>geçemez</u>?**

A) Alyuvar B) Amino asit C) Mineral

D) Vitamin E) Oksijen

10. Aşağıda bir ailedeki üçüz oluşumu şematize edilmiştir.



Bu üçüzler ile ilgili,

I. A ve B bireylerinin cinsiyetleri aynıdır.

II. B ve C bireylerinin kan grupları farklı olamaz.

III. A ve C bireylerinin göz renkleri aynı olabilir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

11. **Sağlıklı dişi bir memelide korpus luteum yapısının bozulması,**

I. östrojen salgısının artması,

II. endometriyum çeperinin kalınlaşması,

III. progesteron salgısının azalması,

IV. plasentanın oluşması

durumlarından hangilerine neden olur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) II ve III E) II, III ve IV

12. **Kandaki progesteron miktarının artması rahimin iç duvarı olan endometriyumda,**

I. kılcal damarların daralması,

II. mukus salgısının artması,

III. kan miktarının artması

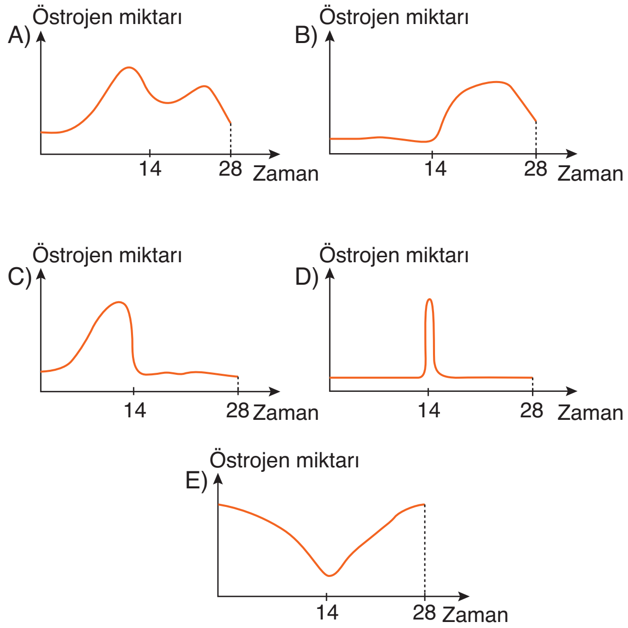
değişimlerinden hangilerinin gerçekleşmesine neden olur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

Palme Yayınevi

13. **Dişi bir bireyin menstruasyon döngüsü sırasında kanındaki östrojen hormonu miktarının zamana bağlı değişimi aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?**



14. **Omurgalı bir hayvana ait olan,**

I. rahim,

II. oogonyum,

III. epitel

hücrelerinden hangileri diploit yapıdadır?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

1. D	2. A	3. D	4. C	5. E	6. D	7. B	8. E	9. A	10. C	11. B	12. D	13. A	14. E

18. Ünite

Genden Proteine

Örnek Sorular

1. **Kalıtsal bilginin nesilden nesile aktarılması aşağıdaki organik moleküllerden hangisi ile sağlanır?**

A) RNA B) Protein

C) ATP D) Enzim

E) DNA

2. Kapsülü pnömokaklar zatürre hastalığına neden olurken kapsülsüz pnömokoklar hastalık yapmaz.

Farelere,

I. kapsülsüz pnömokok,

II. ısıtılarak öldürülmüş kapsüllü pnömokok,

III. kapsülsüz pnömokoklar ile ısıtılarak öldürülmüş kapsüllü pnömokok

enjeksiyonlarından hangileri sonucunda farelerde zatürre hastalığının oluşması beklenir?

A) Yalnız II B) Yalnız III

C) I ve II D) I ve III

E) II ve III

3. Isıtılarak öldürülmüş kapsüllü bakterilerden elde edilen özütteki,

I. polisakkarit,

II. protein,

III. deoksiribonükleik asit

molekülleri ayrı deney tüpündeki kapsülsüz bakterilerle karıştırılarak bir süre bekleniyor.

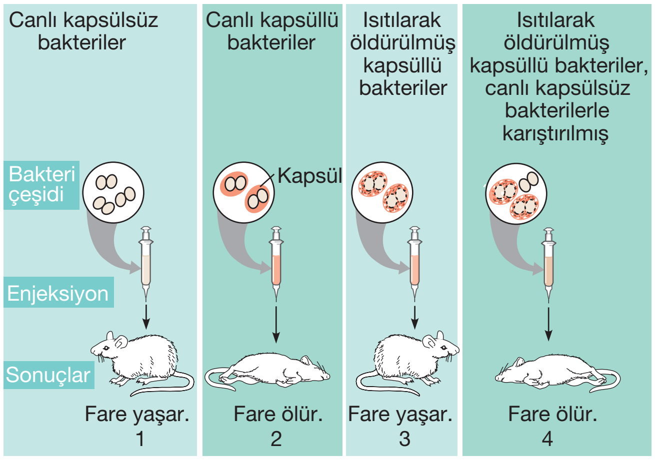
Bu moleküllerden hangilerinin eklendiği kaplardaki kapsülsüz bakterilerin kapsüllü hale gelmesi beklenir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

A. NÜKLEİK ASİTLERİN KEŞFİ VE ÖNEMİ

- Nükleik asitlerin keşfi 1868 yılında İsviçreli bilim insanı Friedrich Miescher tarafından yapılmıştır.
- 1923 yılında F. Griffith ve 1944 yılında O. Avery tarafından yapılan deneyler kalıtım biriminin proteinler değil, DNA olduğu gerçeğini ortaya çıkarmıştır.
- Bu bilim insanları deneylerinde biri kapsülsüz (hastalık yapmayan) diğeri kapsüllü (zatürreye sebep olan) olan iki farklı pnömokok cinsi bakteri kullanmışlardır.
- Aşağıda Avery ve arkadaşlarının yaptığı deneyin bazı basamakları gösterilmiştir.



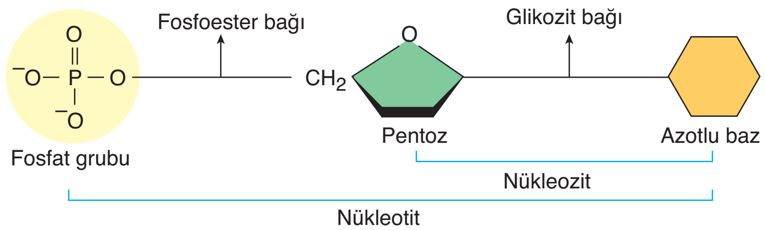
1. Canlı kapsülsüz bakteriler fareye enjekte edildiğinde farenin yaşadığı görülmüştür.
2. Canlı kapsüllü bakteriler fareye enjekte edildiğinde farenin zatürreye yakalanarak öldüğü görülmüştür.
3. Isıtılarak öldürülmüş kapsüllü bakteriler fareye enjekte edildiğinde farenin yaşadığı görülmüştür.
4. Isıtılarak öldürülmüş kapsüllü bakteriler ile canlı kapsülsüz bakteriler karıştırılarak fareye enjekte edildiğinde farenin zatürreye yakalanarak öldüğü görülmüştür.

- Avery 4. deneyde ısıtılarak öldürülmüş kapsüllü bakteriler ile canlı kapsülsüz bakteri karışımının farelerde neden ölüme yol açtığını araştırmak için yeni bir deney düzenlemiştir. Bu düzenekte, ısıtılarak öldürülmüş kapsüllü bakterilerden bir miktar özüt elde edilmiş ve canlı kapsülsüz bakteri süspansiyonu ile karıştırılmıştır. Bir süre sonra bu karışımda ortamda olmaması gereken kapsüllü bakterilere rastlanmıştır. Avery, "**Bakterilerde değişime neden olan madde nedir?**" sorusuna cevap bulmak için ısıtılarak öldürülmüş kapsüllü bakterilerden elde edilen özütteki değişik kimyasal maddeleri saflaştırmıştır. Daha sonra bu maddeleri canlı kapsülsüz bakterilere enjekte ederek kapsüllü bakteriler elde etmeye çalışmıştır. Bu denemelerden sadece DNA aktarımında kapsülsüz bakterilerin kapsüllü hale geldiğini görmüştür.
- Sonuç olarak, özütle verilen kapsüllü bakterinin DNA'sı, kapsülsüz bakterinin DNA'sı ile kaynaşmıştır. Böylece kapsülsüz bakteriler kapsüllü bakterilere dönüşmüştür. Yapılan bu deney kalıtım maddesinin DNA olduğunu ve moleküler biyoloji ile ilgili deneylerde bakterilerin kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

- Kalıtsal bilginin DNA tarafından taşındığı anlaşıldıktan sonra, DNA molekülünün yapısı ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır.
- Rosalind Franklin ve Maurice Wilkins 1951 yılında röntgen ışınları olarak da bilinen X ışınlarını kullanarak DNA'nın kristal yapılı bir fotoğrafını çektiler.
- Wilkins, DNA'nın X ışını fotoğrafını bu konuda araştırmalar yapan James Watson ve Francis Crick'e gösterdi. Kendi çalışmaları ile DNA'nın fotoğraf görüntülerini değerlendiren Watson ve Crick DNA'nın **ikili sarmal** yapıda olduğu ortaya koydular.
- Bu modele göre DNA **nükleotit** adı verilen birimlerden oluşuyordu. Bir zincirdeki adenin nükleotidinin karşısına ikinci zincirde timin nükleotidi; guanin nükleotidinin karşısına ve ikinci zincirde sitozin nükleotidi gelmekteydi.
- Watson ve Crick bu çalışmalarıyla Maurice Wilkins ile birlikte 1962 yılında Nobel Fizyoloji veya Tıp Ödülünü aldılar.

B. NÜKLEİK ASİTLERİN YAPISI

- Nükleik asitler karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), azot (N) ve fosfor (P) atomlarından oluşan büyük ve karmaşık yapılı organik moleküllerdir.
- Tüm canlıların kalıtım birimi olmakla beraber hücre yönetiminden de sorumludurlar. Bu nedenle **yönetici moleküller** olarak da adlandırılırlar. Hücrelerde DNA ve RNA olmak üzere iki tip nükleik asit bulunur.
- DNA ve RNA **nükleotit** adı verilen yapıların birleşmesi sonucu oluşurlar.
- Bir nükleotidin yapısında azotlu organik bir baz, beş karbonlu bir şeker ve bir fosfat grubu bulunur.



- Organik bazın glikozit bağı ile pentoza bağlanmasıyla **nükleozit** oluşur. Nükleozitin fosfoester bağı ile fosfat grubuna bağlanması sonucu oluşan yapıya ise **nükleotit** denir.

1. Azotlu Organik Bazlar

- Nükleotitlerin yapısında bulunan azotlu organik bazlar pürin ve pirimidin olmak üzere ikiye ayrılır.
- **Pürin bazları** çift halkalı bir iskelete sahiptir. Adenin (A) ve guanin (G) bazları bu grupta yer alır.
- **Pirimidin bazları** tek halkalı bir iskelete sahiptirler. Sitozin (C), timin (T) ve urasil (U) bazları bu grupta yeralır.
  - Adenin, guanin ve sitozin hem DNA hem de RNA'nın yapısına katılır.
  - Timin sadece DNA'nın yapısına katılır.
  - Urasil sadece RNA'nın yapısına katılır.

NOT: Nükleotitlerin adlandırılmasında azotlu organik bazlar kullanılır.

Örnek Sorular

4. Protein ile amino asit arasındaki ilişki DNA ile aşağıdaki moleküllerin hangisi arasında vardır?

A) Glikoz
B) Gliserol
C) Yağ asiti
D) Nükleotit
E) Vitamin

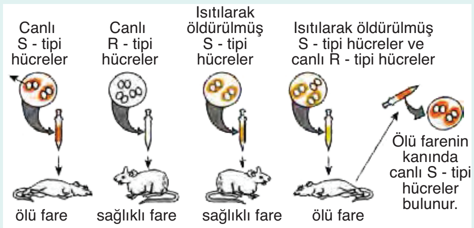
5. Nükleik asitler ile ilgili olan,

I. organik baz,
II. nükleozit,
III. nükleotit

yapılarının <u>küçük olandan büyük</u> olana doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

A) I - II - II
B) I - III - II
C) II - I - III
D) II - III - I
E) III - II - I

6. Bir bakteri türünün S (kapsüllü) ve R (kapsülsüz) tipleri bulunmaktadır. Bu bakteri tipleri değişik aşamalardan geçirilip farelere enjekte edilerek aşağıdaki çalışma yapılmıştır.



Bu çalışmaya göre,

I. R-tipi bakteriler çevresel nedenlerle mutasyona uğrayarak S-tipine dönüşebilir.
II. S-tipi bakterilerin canlı olup olmamalarına bakılmaksızın enjeksiyonu, her durumda farelerin ölümüyle sonuçlanır.
III. Canlı R-tipi bakteriler, ölü S-tipi bakterilere ait bazı faktörlerin etkisiyle kapsül oluşturma özelliği kazanabilir.

yargılarından hangilerine ulaşılabilir?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve II
E) I ve III

(2016 – YGS)

1	E	2	B	3	C

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

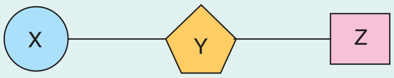
7. **DNA ve RNA molekülleri içerdikleri,**

I. fosforik asit,
II. pürin bazları,
III. pentoz şekeri,
IV. pirimidin bazları

yapılardan hangilerine bakılarak ayırt edilebilirler?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III
D) II ve IV E) III ve IV

8. Aşağıda DNA'ya ait bir nükleotit şematize edilmiştir.



Z molekülünün azot atomu içerdiği bilindiğine göre,

I. X molekülü organik, Y molekülü inorganik yapıdadır.
II. Y molekülü RNA'nın yapısına katılamaz.
III. Y ve Z moleküllerinin arasında glikozit bağı bulunur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

9. **DNA molekülünün yapısında aşağıdakilerden hangisi <u>bulunmaz</u>?**

A) Sitozin bazı
B) Deoksiriboz şekeri
C) Hidrojen bağı
D) Urasil bazı
E) Fosforik asit

10. **Kutup ayısı ile deveye ait olan DNA moleküllerinin,**

I. zincir sayısı,
II. replikasyon mekanizması,
III. nükleotit çeşidi sayısı

özelliklerinden hangileri farklı <u>olamaz</u>?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

4	D	5	A	6	C

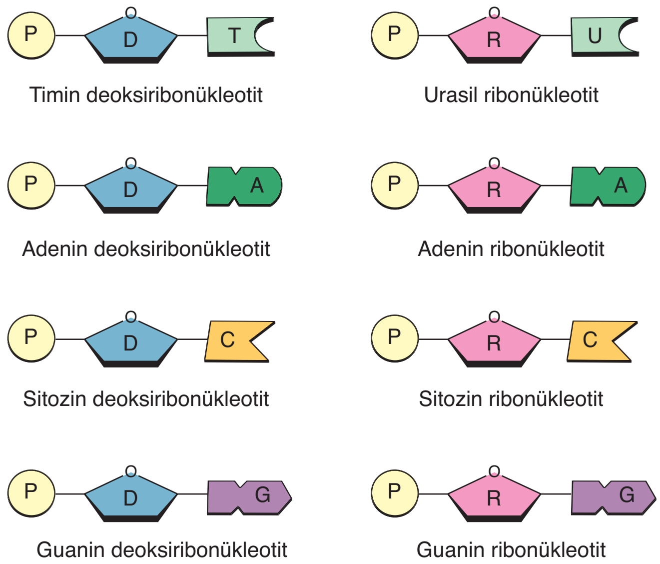
2. Beş Karbonlu Şeker (Pentoz)

- Nükleotitlerin yapısına riboz ve deoksiriboz şekerleri katılır.
- Deoksiriboz şekeri DNA'nın; riboz şekeri ise RNA ve ATP'nin yapısına katılır.

Not: Nükleik asitler içerdikleri beş karbonlu şekere göre adlandırılır.

3. Fosforik Asit (H_3PO_4)

- Nükleotitlerin yapısına katılan üçüncü molekül fosforik asittir. Bu molekül hem DNA hem de RNA' nın yapısına katılır. Fosforik asit kompleks moleküllerin yapısına girdiği zaman fosfat adını alır.
- Nükleik asitlerin yapısında toplam sekiz çeşit nükleotit bulunur.

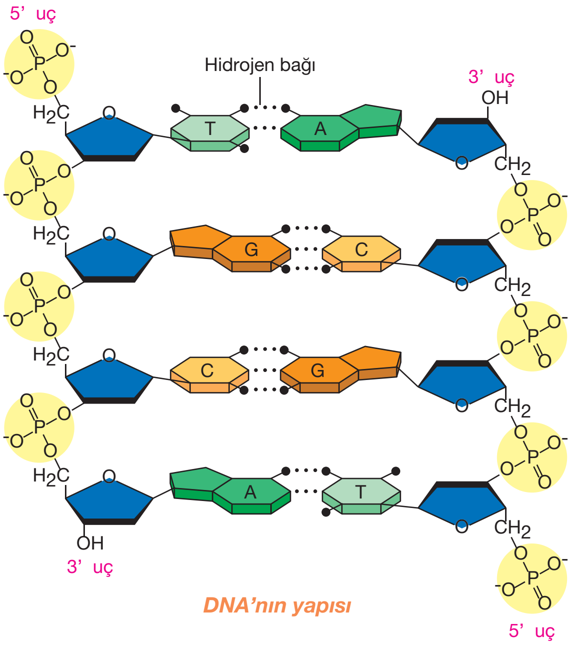


DNA ve RNA nın yapısında bulunan nükleotitler

C. DNA (DEOKSİRİBONÜKLEİK ASİT)

- Yapısında A, G, C ve T organik bazları, deoksiriboz şekeri ve fosfat grubu bulunduran organik bir moleküldür.
- Adenin, guanin, sitozin ve timin olmak üzere dört çeşit nükleotit içerir. Bu nükleotitlerin dizilimi canlıdan canlıya değişir.
- **Aşağıda DNA molekülünün genel özellikleri verilmiştir:**
  - Prokaryot hücrelerin sitoplazmasında, ökaryot hücrelerin çekirdek, mitokondri ve kloroplast organellerinde bulunur.
  - İki zincirden oluşur. Zincirler arasında zayıf hidrojen bağları vardır.
  - Zincirleri düz olmayıp sarmal bir yapı gösterir. Bu nedenle ikili sarmal olarak adlandırılır.
  - Kendini eşleyebilir. Bu olaya **replikasyon** adı verilir.

- Hücre bölünmesi ve protein sentezini denetler. Kalıtım birimi olup, kalıtsal özelliklerin nesilden nesile aktarımını sağlar.
- Karşılıklı zincirlerdeki adenin bazı, timin bazı ile guanin bazı, sitozin bazı ile eşlenir. Bu nedenle A = T, G = C'dir.
- Adenin ve timin bazları arasında iki hidrojen bağı bulunurken, guanin ve sitozin bazları arasında üç hidrojen bağı bulunur. **Toplam hidrojen bağı sayısı = (2.A) + (3.G)** formülü ile hesaplanır.
- DNA molekülünün ipliklerinden birinin en sonunda yer alan deoksiriboz şekerinin beşinci karbonuna fosfat bağlıdır, bu kısım 5'ucu olarak adlandırılır. Aynı ipliğin diğer ucundaki deoksiribozun üçüncü karbonunda hidroksil grubu (–OH) bulunur, bu kısım ise 3' olarak adlandırılır. Bu iplik, **5'** → **3'** (beş üssü, üç üssü) şeklinde okunur. Bu ipliğin karşısındaki diğer ipliğin hidroksil ve fosfat grubu taşıyan uçları, birinci iplikle zıt yöndedir. Yani iki iplik birbirine **antiparaleldir**. Bu nedenle ikinci iplik, **3'** → **5'** (üç üssü, beş üssü) şeklinde okunur.



DNA'nın yapısı

DNA'nın Eşlenmesi (Replikasyon)

➢ Bir hücre bölündüğü zaman, DNA'sındaki kalıtsal bilgileri hiçbir değişikliğe uğratmadan yavru hücrelere aktarır. Bu olay DNA'nın kendini eşlemesi ile gerçekleşir.

➢ DNA eşlenmesi, hücre bölünmesi öncesinde DNA molekülünün bir kopyasının oluşturulması işlemidir. Aşağıda bu olayın basamakları verilmiştir:

- DNA molekülünün iki zincirini bir arada tutan bağlar **DNA helikaz** enzimi ile koparılır. Eşlenmenin olacağı bölgelerde DNA molekülü bir fermuar biçiminde açılır. Bu açılma sonucunda her iki zincirde bulunan pürin ve pirimidin bazlarının uçları açıkta kalır.
- Açılan her iki zincirin üzerine **DNA polimeraz** enzimi gelir. Bu enzim hücrede daha önceden sentezlenmiş olan serbest nükleotitleri açık olan uçlara uygun

Örnek Sorular

11. **Bitki hücresinden elde edilen bir deoksiribonükleotidin yapısında,**

I. timin organik bazı,

II. deoksiriboz şekeri,

III. fosfat grubu

moleküllerinden hangileri kesin olarak bulunur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

12. **DNA molekülü ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?**

A) Zincirleri arasında zayıf hidrojen bağları bulunur.

B) Protein sentezi sırasında çekirdekten sitoplazmaya geçer.

C) Dört çeşit nükleotit içerir.

D) Hücre bölünmesinin öncesinde kendini eşleyebilir.

E) Sarmal yapıdaki çift zincirden oluşur.

13. **2000 nükleotit bir DNA molekülündeki adenin sayısı 400 olduğuna göre, iki zincir arasındaki toplam hidrojen bağı sayısı kaçtır?**

A) 2200 B) 2400 C) 2600 D) 2800 E) 3000

14. **Bir DNA molekülündeki,**

I. timin bazı,

II. deoksiriboz şekeri,

III. hidrojen bağı

sayılarının azdan çoğa doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) I - II - III B) I - III - II C) II - I - III D) II - III - I E) III - II - I

7	E	8	E	9	D	10	E

Örnek Sorular

15. **Fosfat sayısı bilinen bir DNA molekülünde, bu veri kullanılarak aşağıdakilerden hangisi hesaplanamaz?**

A) Hidrojen bağı sayısı

B) Pürin / pirimidin oranı

C) Deoksiriboz sayısı

D) Guanin / sitozin oranı

E) Fosfodiester bağı sayısı

16. **Replikasyon sürecinde görev alan enzimler ile ilgili,**

I. Helikaz enzimi DNA zincirlerini bir arada tutan hidrojen bağlarını koparır.

II. DNA polimeraz enzimi uygun nükleotit eşlemelerini yapar.

III. Okazaki parçaları DNA ligaz enzimi ile birleştirilir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

17. **DNA replikasyonu ile ilgili,**

I. DNA polimeraz enzimi kalıp zincirin sadece 3' ucuna nükleotit ekleyebilir.

II. Bir zincir kesintisiz diğer zincir ise parça parça üretilir.

III. Kalıp zincirdeki adenin nükleotidinin karşısına yeni zincirde guanin nükleotidi gelir.

ifadelerinden hangileri yanlıştır?

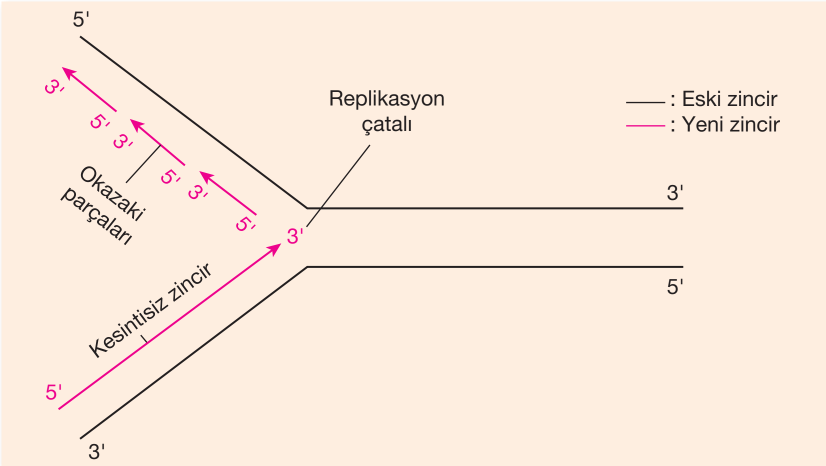
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

11	D	12	B	13	C	14	A

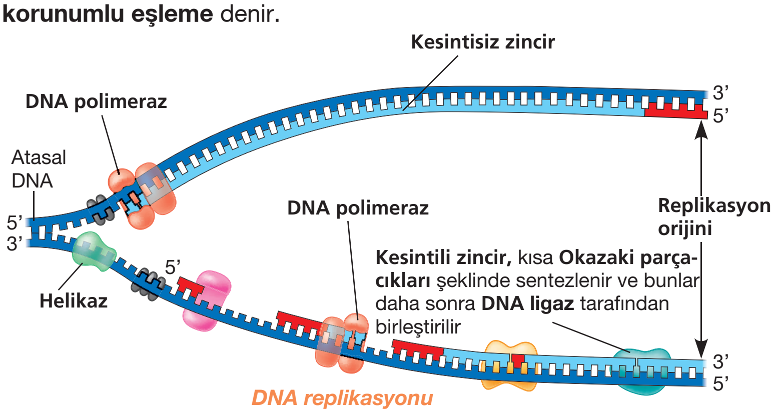
Palme Yayınevi

biçimde ekleyerek (adenin karşısına timin, sitozin karşısına guanin nükleotidini) yeni DNA zincirlerini oluşturur. Böylece açılan zincirin her biri yeni oluşacak DNA molekülü için kalıp görevi görür.

- DNA sentezi sırasında yeni iplikler farklı yönde uzar. DNA polimeraz enzimi, uzayan bir ipliğin sadece 3' ucundaki nükleotidin karşısına yeni nükleotit eklebilir. 5' ucuna asla ekleme yapmaz. Bu nedenle yeni DNA zincirleri sadece 5' → 3' yönünde uzayabilir.



- 3' → 5' yönünde uzanan kalıp ipliğin karşısına gelecek olan yeni iplik, 5' ucundan 3' ucuna doğru kesintisiz olarak sentezlenir. Bu zincire **kesintisiz zincir** adı verilir.
- Diğer kalıp DNA ipliği ise 5' → 3' yönünde uzanır. Bu nedenle karşısına gelecek olan yeni ipliğin kesintisiz sentezlenmesi mümkün olmaz. Replikasyon çatalı açıldıkça, yeni iplik, 5' ucundan 3' ucuna doğru uzanan parçalar halinde sentezlenir. Bu parçalara **Okazaki parçaları** adı verilir. Okazaki parçaları **DNA ligaz** adı verilen bir enzim yardımıyla birleştirilerek bir bütün haline getirilir. Bu şekilde üretilen zincire ise **kesintili zincir** denir.
- Eşlenmenin tamamlandığı DNA bölümleri zincirler arasında kurulan H bağları ile tekrar sarmal yapıya döner. Bütün nükleotitler eşlendiğinde nitelik ve nicelik bakımından birbirinin aynısı iki DNA molekülü oluşur. Yeni DNA moleküllerinde biri eski diğeri yeni olmak üzere iki zincir bulunur. Bu nedenle bu olaya **yarı korunumlu eşleme** denir.



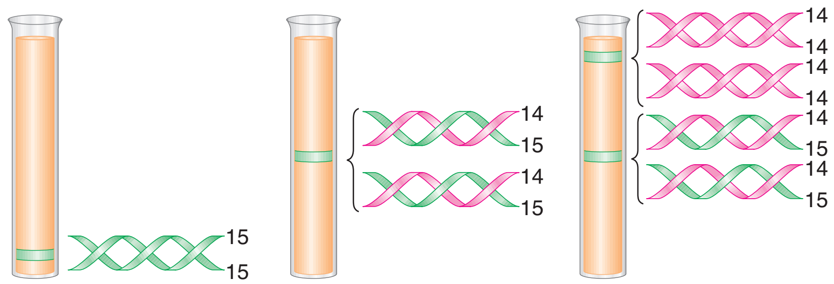
DNA replikasyonu

- Replikasyon olayı hücre döngüsünün interfaz evresinde gerçekleşir. Replikasyonun olması ilgili hücrenin bölüneceğini kanıtlar.
- Ergin bir bireye ait olgun alyuvar gibi bölünemeyen hücrelerde replikasyon olayı gerçekleşmez.

NOT Replikasyon olayı sırasında hücredeki serbest deoksiribonükleotit (A, G, C, T) miktarı azalır.

Yarı Korunumlu DNA Eşlenmesi

- M. Maselson ve F. Stahl 1958 yılında düzenledikleri deneylerde elde ettikleri sonuçlara göre DNA molekülünün yarı korunumlu eşlendiğini kanıtlamışlardır.
- Bu deneylerde E. coli bakterilerinde azotun N^{14} ve N^{15} izotopları kullanılmıştır. Azot atomu DNA'nın yapısındaki azotlu organik bazların sentezi için gereklidir. E. coli bakterilerinin azotun ağır izotopu olan N^{15}'lik ortamda birkaç nesil boyunca üremeleri sağlanmıştır. Bakteriler azotu önce nükleotitlerine sonrada DNA'larına dahil etmişlerdir. Bu bakterilerden elde edilen DNA santrifüj edildiğinde tüpün alt kısmında (Ağır DNA) bir bant oluşmuştur (Şekil 1).
- Araştırmacılar daha sonra ağır azotlu bu bakterileri azotun daha hafif ve yaygın izotopu olan N^{14}'lük bir besi ortamına aktarmış ve bir kez bölünmesine izin vermişlerdir. Bu bakterilerden elde edilen DNA santrifüj edildiğinde tüpün orta kısmında (Melez DNA) bir bant oluşmuştur (Şekil 2). Bu durumun nedeni, DNA molekülünün ağır azot izotopu (N^{15}) içeren iki zincirinin açılması ve ortamdaki normal azot izotopu (N^{14}) içeren nükleotitler için kalıp görevi yapmasıdır. Bu nedenle kendini eşleyen DNA'nın bir zinciri ağır azotlu, diğer zinciri normal azotlu nükleotit içermektedir.
- Melez DNA'ya sahip bakteri hücreleri normal azot içeren ortamda bir kez daha bölünmüş ve oluşan bakterilerin DNA'ları izole edilmiştir. Santrifüjleme sonucunda tüpün biri orta (Melez DNA) diğeri ise üst kısmında (Normal DNA) iki bant oluşmuştur (Şekil 3).



şekil 1 şekil 2 şekil 3

- Maselson ve Stahl bu deney sonuçlarını değerlendirerek her kuşakta DNA zincirlerinden birinin yanında tamamlayıcı bir zincirin oluştuğu ve bu oluşum için ortamda hazır bulunan azottan yararlanarak sentezledikleri nükleotitleri kullandıkları sonucuna varmışlardır. Bu da DNA molekülünün yarı korunumlu bir mekanizma ile kendini eşleyebileceğini kanıtlamaktadır.

Örnek Sorular

18. **DNA'nın replikasyonuyla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Replikasyon sırasında DNA'nın iki iplikçiği de kalıp olarak kullanılır.

B) Replikasyon sonucunda hücredeki DNA miktarı başlangıçtakinin iki katına çıkar.

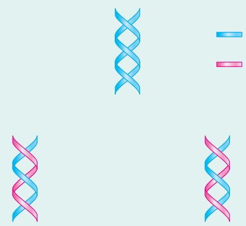
C) Replikasyonda DNA polimeraz enzimi helikaz enziminden önce görev alır.

D) DNA polimeraz enzimi, DNA ipliğinin karşısına, doğru bazların getirilmesinden sorumludur.

E) Helikaz enzimi replikasyona uğrayacak DNA'nın iki iplikçiği arasındaki hidrojen bağlarını koparır.

(2017 – LYS)

19. Aşağıda DNA molekülünün eşlenmesi gösterilmiştir.



Bu şemaya göre,

I. Replikasyon ağır azotlu nükleotitlerin bulunduğu ortamda gerçekleşmiştir.

II. Replikasyon sonucu oluşan DNA'lardaki normal azotlu nükleotitlerin ağır azotlu nükleotitlere oranı 1'dir.

III. DNA eşlenmesi yarı korunumlu olarak gerçekleşmiştir.

yorumlarından hangileri yapılabilir?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

20. DNA molekülünün yapısal özelliklerinden bazıları şunlardır:

I. Dört farklı nükleotiti farklı miktarlarda bulundurması

II. Nükleotitlerinin zincirdeki konumlarının farklı olması

III. Nükleotitlerinin oluşturduğu zincirin uzunluğu

IV. Nükleotitlerinin çift sarmal biçiminde konumlanması

V. Nükleotitlerindeki bazların birbirlerine hidrojenle bağlanması

Bu özelliklerden hangileri, genlerin birbirinden farklı olmasını sağlar?

A) I ve II B) III ve IV C) IV ve V D) I, II ve III E) III, IV ve V

(1999 – ÖSS)

15	A	16	E	17	C

Örnek Sorular

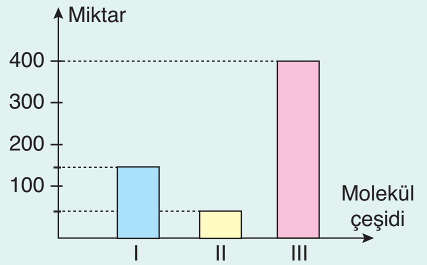
21. Normal azotlu nükleotitlerden oluşan bir DNA molekülü ağır azotlu nükleotitlerin bulunduğu ortamda art arda 3 kez eşlenmiştir.

Bu eşlemeler sonucunda oluşan melez DNA moleküllerinin, ağır azotlu DNA moleküllerine oranı kaçtır?

A) 1/2 B) 1/3 C) 1/4

D) 3/4 E) 1/8

22. 400 nükleotitten oluşan bir DNA molekülünün replikasyonu sırasında bazı moleküllerin kullanım miktarları aşağıdaki grafikte verilmiştir.



Grafiğe göre I, II ve III numaralı moleküller aşağıdakilerden hangisi olabilir?

	I	II	III
A)	Adenin	Timin	Deoksiriboz
B)	Guanin	Fosfat	Adenin
C)	Timin	Sitozin	Fosfat
D)	Deoksiriboz	Adenin	Guanin
E)	Fosfat	Timin	Adenin

23. Melez DNA'ya sahip olan bir bakteri normal azotlu nükleotitlerin bulunduğu bir ortamda art arda iki kez bölünmüştür.

Bu süreçle ilgili,

I. Birinci bölünme sonunda biri normal, diğeri melez DNA'ya sahip iki bakteri oluşur.

II. Bölünmeler sırasında melez DNA'lı bakteri sayısı değişmez.

III. İkinci bölünmeler sonucu oluşan bakterilerin 3/4'ü normal azotlu DNA'ya sahiptir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

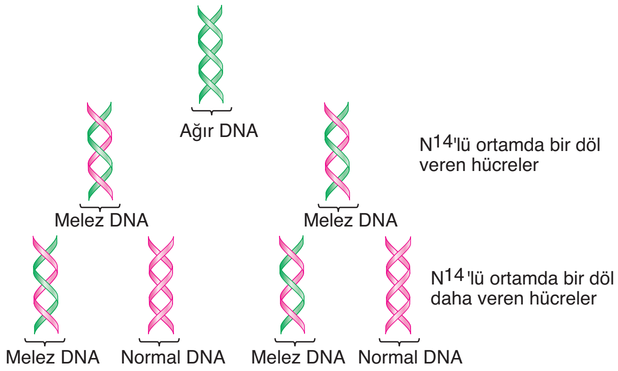
A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

18	C	19	D	20	D

Palme Yayınevi

Maselson ve Stahl deneylerinin sonuçları aşağıdaki şemada özetlenmiştir.

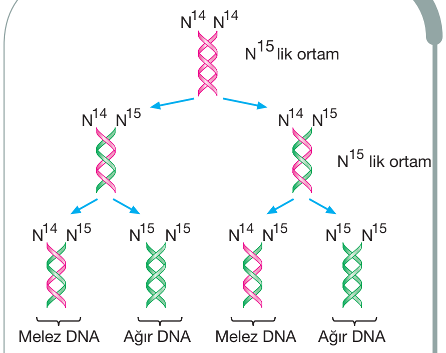


DNA'nın kendini yarı korunumlu eşlemesi

ÖRNEK

Normal azot içeren DNA molekülü, ağır azotlu nükleotitlerin bulunduğu ortamda iki kez eşlendiğinde meydana gelecek melez DNA molekülü ve ağır DNA molekülü sayısı kaçtır?

ÇÖZÜM



Yukarıda da görüldüğü gibi iki bölünme tamamlandığı zaman 4 tane DNA molekülü oluşur. Bunlardan iki tanesi melez, iki tanesi ise ağır DNA molekülüne sahiptir.

Pratik yol:

- Ortam sabit olduğu zaman, birinci bölünmeden sonra melez DNA sayısı değişmez. Oluşan toplam DNA molekülü sayısı 2^n formülü ile hesaplanır (n = bölünme sayısı). Melez DNA sayısı bilindiğine göre, geri kalan DNA'lar ortam normal azotlu ise normal azotlu, ortam ağır azotlu ise ağır azotlu olur.
- Bu kuralları yukarıdaki soruda uyguladığımız zaman birinci bölünme sonunda 2 tane melez DNA oluşur. Oluşan toplam DNA molekülü sayısı $2^2 = 4$'tür. Bunlardan iki tanesi melezdir. Ortam ağır azotlu olduğuna göre 2 tane de ağır DNA molekülü oluşur.

5. Gen (Nokta) Mutasyonu

- Bir DNA molekülü çoğunlukla kendini hatasız olarak eşler. Eşleme sırasında çok az olsada hatalar olabilir.
- DNA'nın bir çift nükleotidinde meydana gelen mutasyonlara **gen (nokta) mutasyon** denir.

Not Somatik (vücut) hücrelerde meydana gelen mutasyonları bireyi etkiler, fakat kalıtsal olmaz. Üreme ana hücreleri ve üreme hücrelerinde meydana gelen mutasyonlar kalıtsal olabilir.

➢ Bir gendeki mutasyon;

- replikasyon sırasında yanlış baz eşleşmesi,
- karşılıklı bulunan bir nükleotit çiftinin yer değiştirmesi,
- yeni bir nükleotit çiftinin eksilmesi ya da eklenmesi

şeklinde olabilir.

➢ Aşağıda gen mutasyonuna ait iki farklı örnek verilmiştir.

DNA :	TAC	GCA	TGG	AAT
mRNA :	AUG	CGU	ACC	UUA
Amino asit	Met	Arg	Thr	Leu
		↓ Değişme		
DNA :	TAC	GTA	TGG	AAT
mRNA :	AUG	CAU	ACC	UUA
Amino asit	Met	His	Thr	Leu

Şekil 1: Değişme şeklinde meydana gelen nokta mutasyonu sonucu sentezlenen proteinde arjinin amino asidi yerine histidin amino asidi gelmiştir.

DNA :	TAC	GCA	TGG	AAT
mRNA :	AUG	CGU	ACC	UUA
Amino asit	Met	Arg	Thr	Leu
	↓ Ekleme			
DNA :	TAT	CGC	ATG	GAAT
mRNA :	AUA	GCG	UAC	CUUA
Amino asit	Ile	Ala	Tyr	Leu

Şekil 2: Ekleme şeklinde meydana gelen nokta mutasyonu sonucu sentezlenen protein çeşidi değişmiştir.

D. RNA (RİBONÜKLEİK ASİT)

➢ Yapısında A, G, C ve U organik bazları, riboz şekeri ve fosfat grubu bulunduran organik bir moleküldür.

➢ Adenin, guanin, sitozin ve urasil olmak üzere dört çeşit nükleotit içerir.

➢ **Aşağıda RNA molekülünün genel özellikleri verilmiştir:**

- Prokaryot hücrelerin sitoplazma ve ribozomunda bulunur. Ökaryot hücrelerinin çekirdek, ribozom, sitoplazma ve bazı organellerinde bulunur.
- Tek zincirlidir. Bu nedenle A = U, G = C olma zorunluluğu yoktur.
- Kendini eşleyemez. DNA üzerinden **transkripsiyon** ile sentezlenir.
- Tek zincirli olduğundan zayıf hidrojen bağı içermez (tRNA hariç).
- DNA'dan aldığı bilgiye göre protein sentezini gerçekleştirir.
- Yapı ve görevine göre mRNA, tRNA ve rRNA olmak üzere üçe ayrılır.

Örnek Sorular

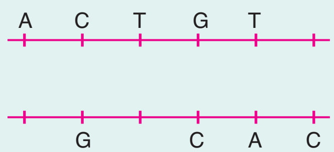
24. **DNA molekülü,**

I. çift zincir içerme,
II. kendini eşleyebilme,
III. nükleotit yapılı olma,
IV. deoksiriboz şekeri içerme

özelliklerinden hangileri ile RNA molekülünden ayırt edilebilir?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve IV
D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

25.



Yukarıda verilen DNA parçasının kendini onarması ve bir kez eşlenmesi için gerekli olan adenin nükleotidi sayısı kaçtır?

A) 1 B) 2 C) 3
D) 4 E) 5

26. **Nokta mutasyonlar ile ilgili,**

I. Kromozom sayısının değişmesine neden olur.
II. Somatik hücrelerde gerçekleşenleri kalıtsal olabilir.
III. Protein molekülündeki amino asit dizilimini değiştirebilir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

21	B	22	C	23	E

Örnek Sorular

27. **Mesajcı RNA (mRNA) molekülünün üç nükleotitden oluşan birimine kodon adı verilir. Bu birimlerin yapısında aşağıdaki moleküllerden hangisi bulunamaz?**

A) Urasil
B) Riboz
C) Timin
D) Fosforik asit
E) Guanin

28. **Transkripsiyon olayı ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?**

A) Ökaryotik hücrelerin sitoplazmasında gerçekleşir.
B) DNA'nın anlamlı zincirinden RNA sentezlenmesini sağlar.
C) Protein sentezinin ilk basamağıdır.
D) RNA polimeraz enzimin denetiminde gerçekleşir.
E) Gerçekleşmesi sırasında meydana gelen bir hata farklı bir proteinin üretimine neden olabilir.

29. **AUG CAG CCU GCA nükleotit dizilimine sahip bir mRNA molekülünün sentezlendiği DNA ipliğinin karşısındaki zincirin nükleotit sırası aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?**

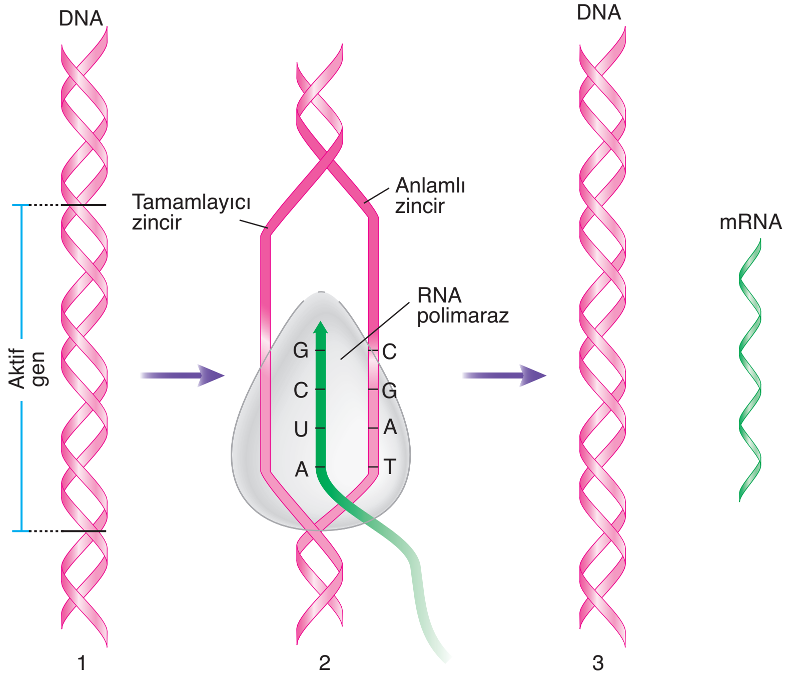
A) TAC GTC GGA CGT
B) ATG CAG CCU GCA
C) ATG CAG CCT GCA
D) TAC GTC CCA CGT
E) TAC CAG CCT GCT

24	D	25	D	26	B

Transkripsiyon:

➢ DNA'nın anlamlı zinciri üzerinden RNA sentezlenmesine denir.

➢ Aşağıda transkripsiyon ile mRNA sentezlenmesinin basamakları verilmiştir:



1. Protein sentezleneceği zaman DNA'nın **ilgili bölümündeki (aktif gen)** hidrojen bağları kopar ve DNA zincirleri birbirinden ayrılır.

2. Protein sentezinin gerçekleşeceği zincirin **(anlamlı zincir)** üzerine RNA polimeraz enzimi gelir. Bu enzim DNA zinciri üzerindeki serbest uçlara uygun nükleotitleri getirerek (A → U, G → C, C → G, T → A) mRNA molekülünü sentezler.

NOT: Protein sentezinde kullanılmayan DNA zincirine **tamamlayıcı zincir** denir.

3. mRNA sentezinin tamamlanması ile DNA zincirleri arasında hidrojen bağları tekrar kurulur ve DNA tekrar sarmal yapıya döner.

➢ RNA molekülleri protein sentezindeki görevlerine göre mRNA, tRNA ve rRNA olmak üzere üçe ayrılır.

1. Mesajcı RNA (mRNA)

➢ Sentezlenecek proteine ait genetik bilgiyi DNA'dan alıp ribozoma taşır. Bu bilgi sentezlenecek proteinin amino asit dizilimini belirler.

➢ mRNA'da bir aminoasiti şifreleyen üçlü nükleotitlere **kodon** adı verilir. Her kodon sadece bir amino asiti şifreler.

➢ mRNA'ların kodon sayısı ve sırası sentezleyeceği proteine göre farklılık gösterir.

➢ Toplam RNA'nın %5'ini oluşturur.

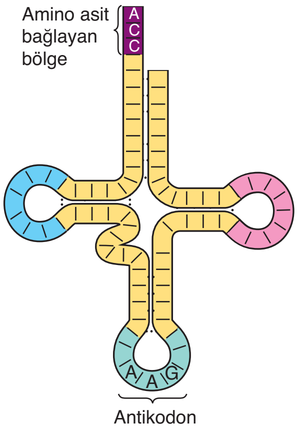
2. Taşıyıcı RNA (tRNA)

➢ Sitoplazmadan aldığı amino asitleri, mRNA'daki kodon sırasına göre ribozoma taşır.

➢ Tek zincir olmasına rağmen farklı bölgelerinde yaptığı hidrojen bağları ile yonca yaprağına benzer bir görünüm kazanır.

➢ Her bir tRNA'nın iki özgül ucu bulunur.

- tRNA'nın bir ucunda amino asitin bağlandığı kısım bulunur.
- tRNA'nın karşı ucunda üçlü nükleotitlerden oluşan **antikodon** bulunur.



➢ Antikodon her bir tRNA çeşidine özgüdür ve mRNA üzerindeki kodonu tamamlayacak şekilde baz eşlenmesi yapar. Örneğin mRNA'daki AAA kodonunun karşısına tRNA'nın UUU antikodonu gelir.

Not: Bir tRNA sadece bir çeşit amino asiti taşıyabilir. Proteinlerin yapısında 20 çeşit amino asit olduğundan, bir hücrede en az 20 çeşit tRNA bulunmalıdır.

3. Ribozomal RNA (rRNA)

➢ Hücrede en fazla bulunan RNA çeşididir. Hücredeki toplam RNA'nın %80'ini oluşturur.

➢ Çekirdekçikte sentezlendikten sonra proteinlerle birleşip ribozomu oluşturur. Ayrıca, mRNA ve tRNA'nın ribozoma tutunmasını sağlar.

➢ Aşağıda DNA ve RNA'nın sahip oldukları özellikler karşılaştırılmıştır:

DNA	RNA
• A, G, C ve T nükleotitlerden oluşur.	• A, G, C ve U nükleotitlerinden oluşur.
• Deoksiriboz şekeri içerir.	• Riboz şekeri içerir.
• İki zincirden oluşur.	• Tek zincirden oluşur.
• Kendini eşler. Bu olaya replikasyon denir.	• DNA üzerinden sentezlenir. Bu olaya transkripsiyon denir.
• Oluşan hata kalıtsal olabilir.	• Oluşan hata kalıtsal olamaz. Farklı bir proteinin üretimine neden olabilir.
• Hücreyi yönetir ve kalıtsal bilgiyi taşır.	• DNA'dan aldığı şifreye göre protein sentezini gerçekleştirir.

Örnek Sorular

30. **Taşıyıcı RNA molekülü,**

I. transkripsiyon ile üretilme,
II. zayıf hidrojen bağları içerme,
III. dört çeşit nükleotitten oluşma,
IV. antikodon olarak adlandırılan birimlere sahip olma

özelliklerinden hangileri ile mesajcı RNA molekülünden ayırt edilebilir?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III
D) II ve IV E) III ve IV

31. **Nükleik asitlerin,**

I. organel yapısında yer alma,
II. protein sentezinde rol oynama,
III. amino asitleri tanıma

özelliklerinden hangileri RNA çeşitlerinin tümünde bulunur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

(2006 – ÖSS Fen-1)

32. Bir RNA molekülündeki adenin bazı ile fosfat sayısı bilinmektedir.

Bu veriler kullanılarak,

I. urasil bazı sayısı,
II. riboz şekeri sayısı,
III. pürin bazların toplam sayısı

niceliklerinden hangileri hesaplanabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

27	C	28	A	29	C

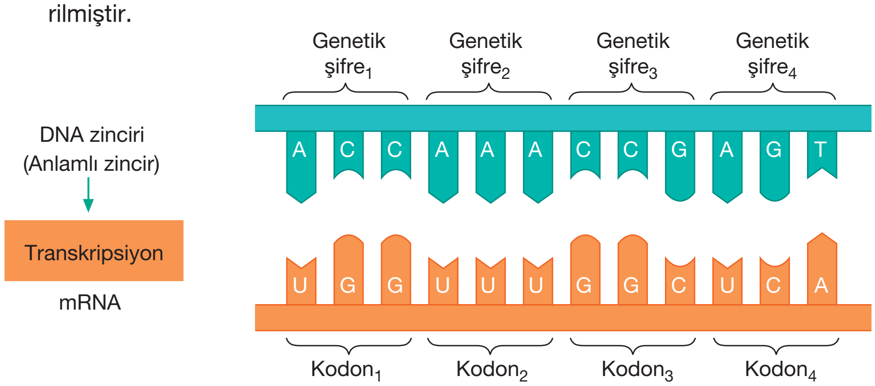
DERS NOTLARI

A. GENETİK ŞİFRE

- İnsanlar yaşamlarında bilgi alış verişinde harflerden oluşan kelimeleri kullanır. Hücreler de benzer bir biçimde iletişim için şifreleri kullanır. DNA'da bulunan dört çeşit nükleotit (A, G, C, T) farklı şekillerde dizilerek 20 çeşit amino asiti kodlayan şifreleri meydana getirir.
- DNA'daki dört çeşit nükleotit üçlü kombinasyonlar ile şifre oluşturur. Bu nedenle DNA'da $4^3 = 64$ çeşit şifre bulunur.
- DNA'da bulunan ve bir amino asiti şifreleyen üçlü nükleotit dizilerinden her birine **genetik şifre** ya da **genetik kod** adı verilir.

Not: Bazı istisnalar olmasına rağmen genetik şifre evrenseldir. Örneğin DNA'daki GGC genetik kodu, genetik şifresi incelenen tüm canlılarda prolin amino asitini şifreler.

- Protein sentezi sırasında DNA'daki genetik şifreler transkripsiyon olayı ile mRNA'ya aktarılır. Genetik şifreye göre üretilen mRNA'daki üçlü nükleotit grubuna **kodon** adı verilir. DNA'daki şifrenin mRNA'ya aktarılması aşağıda gösterilmiştir.



- mRNA molekülünde 64 çeşit kodon bulunur. Aşağıdaki tabloda bu kodonlar ile şifrelediği amino asitler gösterilmiştir.

İlk harf \ İkinci harf	U	C	A	G	Üçüncü harf
U	UUU, UUC Fenilalanin UUA, UUG Lösin	UCU, UCC, UCA, UCG Serin	UAU, UAC Tirozin UAA Stop kodonu UAG Stop kodonu	UGU, UGC Sistein UGA Stop kodonu UGG Triptofan	U C A G
C	CUU, CUC, CUA, CUG Lösin	CCU, CCC, CCA, CCG Prolin	CAU, CAC Histidin CAA, CAG Glutamin	CGU, CGC, CGA, CGG Arjinin	U C A G
A	AUU, AUC, AUA İsolosin AUG Metionin; Başlatma kodonu	ACU, ACC, ACA, ACG Treonin	AAU, AAC Asparjin AAA, AAG Lizin	AGU, AGC Serin AGA, AGG Arjinin	U C A G
G	GUU, GUC, GUA, GUG Valin	GCU, GCC, GCA, GCG Alanin	GAU, GAC Aspartik asit GAA, GAG Glutamik asit	GGU, GGC, GGA, GGG Glisin	U C A G

Genetik kodon sözlüğü

Örnek Sorular

33. **DNA molekülüne ait olan,**

I. nükleotit,

II. genetik şifre,

IIII. gen

birimlerinin <u>küçükten büyüğe</u> doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

A) I - II - III
B) I - III - II
C) II - I - III
D) II - III - I
E) III - II - I

34. Bir bilim insanı, "Bakterilerde mutasyona neden olan bir kimyasal madde, insanda da mutasyona neden olur." hipotezini kuruyor.

Buna göre,

I. bakteri DNA'sını oluşturan birim moleküllerin insanınki ile aynı olması,

II. bakteri ve insan DNA'sında bulunan gen sayısının aynı olması,

III. bakteri DNA'sının kendini eşleme hızı ile insan DNA'sının kendini eşleme hızının aynı olması

koşullarından hangilerinin kanıtlanması bu hipotezin doğru olduğunu destekler?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve III
E) II ve III

(2012 – YGS)

35. **Genetik şifreyle ilgili,**

I. Bazı istisnaları olmasına karşın genetik kodun evrensel olduğu kabul edilir.

II. Bir canlıdaki bir kodon, o canlıda birden fazla amino asidi şifreleyebilir.

III. Kural olarak bir canlıdaki genlerin başlama kodonları aynıdır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I
B) Yalnız III
C) I ve II
D) I ve III
E) I, II ve III

(2017 – LYS)

30	D	31	B	32	B

Örnek Sorular

36. Protein sentezinde görev yapan bir mRNA'daki nükleotit sayısının 600 olduğu bilinmektedir.

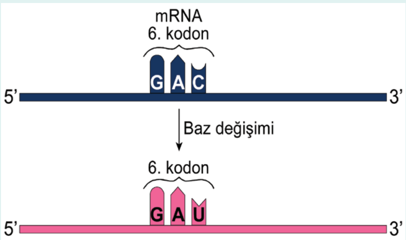
Buna göre,

I. mRNA'daki kodon,
II. sentezlenen proteindeki amino asit,
III. protein sentezi sırasında açığa çıkan su molekülü

sayıları aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir? (Stop kodonu dahil)

	I	II	III
A)	300	300	299
B)	600	200	199
C)	200	199	198
D)	300	299	298
E)	200	200	200

37. Bir hücredeki polipeptit senteziyle ilgili olarak mRNA kodonlarında meydana gelen bir baz değişimi aşağıda verilmiştir.



Baz değişimi sonucunda oluşan mRNA kullanılarak sentezlenen polipeptidin, amino asit diziliminde normal polipeptitten hiçbir farkı olmadığı görülmüştür.

Buna göre,

I. Farklı kodonlar aynı amino asidi şifreleyebilir.
II. Aynı kodon birden fazla amino asidi şifreleyebilir.
III. Kodonlarda özgüllük yoktur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

(2014 – LYS)

38. Proteinlerin yapısına katılan 20 çeşit amino asit olmasına rağmen bunları şifreleyen genetik kod veya kodon sayısının 61 olduğu bilinmektedir. Böylece hemen hemen her amino asit için birden fazla sayıda genetik kod vardır.

Genetik kod sayısının fazla olmasının canlılara sağladığı yarar aşağıdakilerden hangisi olabilir?

A) Canlıların daha fazla çeşit protein sentezlemesine olanak sağlaması
B) Genlerde meydana gelen bazı nokta mutasyonların etkisinin fenotipe yansımasının önlenmesi
C) Amino asit çeşitliliği az olsa bile protein sentezinin sürdürülmesine izin vermesi
D) Protein sentezi sırasında bir amino asitin yerine başka birinin kullanılmasına izin vermesi
E) Bir tRNA molekülünün birden fazla çeşit amino asidi taşımasına olanak sağlaması

(2013 – LYS)

33	A	34	A	35	D

- Tabloda da görüldüğü gibi AUG kodunu başlangıç kodonudur ve metionin amino asidini şifreler. (Bu nedenle proteinlerin ilk amino asidi metionin olur. Fakat daha sonra bu başlangıç amino asidi, bir enzim tarafından zincirden çıkarılabilir).
- Tablodaki 64 kodondan 3 tanesi (UAA, UAG, UGA) amino asit şifrelemez. Bu kodonlara **durdurucu (stop) kodon** adı verilir. Bunlar ribozomlara protein sentezini durdurması için sinyal veren kodonladır.
- Stop kodonları (3 tane) amino asit şifrelemediğinden mRNA'daki 61 çeşit kodon, protein yapısındaki 20 çeşit amino asiti şifreler.

Not Bir kodon sadece bir amino asiti şifreler. Fakat bazı amino asitlerin birden fazla kodonu olabilir. Örneğin UUA kodunu sadece lösin amino asitini şifreler. Fakat lösin amino asitinin şifreleyen UUA, UUG, CUU, CUC, CUA ve CUG olmak üzere 6 çeşit kodon bulunur.

Not Bir amino asitin birden fazla kodon tarafından şifrelenmesi, mutasyon etkisini azaltan bir adaptasyondur.

- mRNA'daki nükleotit sayısının üçe bölünmesi ile mRNA'daki kodon sayısı bulunur. Stop kodonu amino asit şifrelemediğinden sentezlenen proteinde kodon sayısını bir eksiği kadar amino asit bulunur. Örneğin, nükleotit sayısı 3X olan bir mRNA'da X tane kodon bulunur. Bu mRNA'dan sentezlenen protein molekülünde (X - 1) tane amino asit bulunur.

B. PROTEİN SENTEZİ

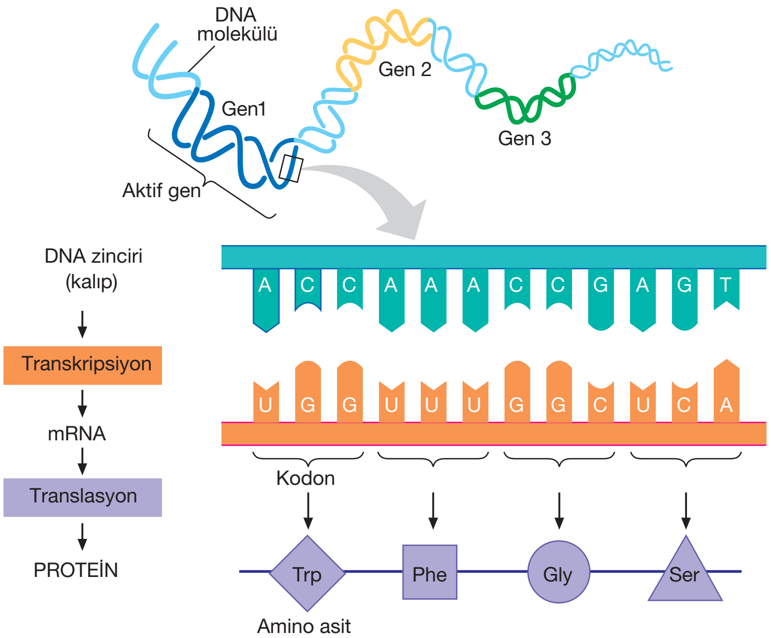
- Protein sentezinde DNA, mRNA, tRNA, amino asit, enzim, ribozom ve ATP molekülleri görev yapar.
- DNA üzerinde bulunan ve belirli bir proteinin sentezlenmesi için şifre veren parçaya **gen** adı verilir.

Not Genetik materyale ait birimlerin küçükten büyüğe doğru organizasyonu aşağıda verilmiştir:

Nükleotit ⟶ Genetik kod ⟶ Gen ⟶ DNA ⟶ Kromozom

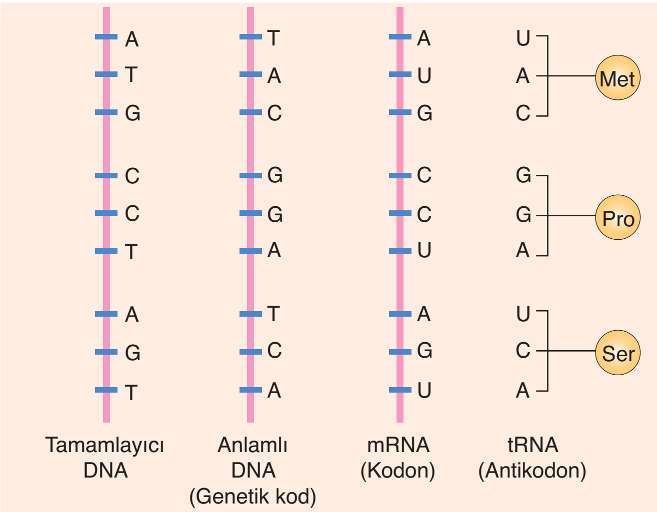
- Genler doğrudan protein sentezine katılmaz. Bir gendeki bilginin protein sentezinde kullanılmak üzere mRNA'ya aktarılmasına **transkripsiyon** (genetik şifre yazılması) denir.

➢ mRNA'daki şifreye protein sentezine ise **translasyon** (şifrenin okunması) adı verilir.



Protein sentezinde DNA'dan başlayan bilgi akışının özetlenmiş şeması

➢ Protein sentezinde görev yapan genetik kod, kodon ve antikodon yapıları arasında uyum vardır. Aşağıda bu uyum gösterilmiştir.



NOT: Bir canlının diploit yapıdaki tüm hücrelerinin DNA nükleotit dizilimi aynıdır. Fakat hücrenin aktif genleri farklı olduğundan transkripsiyon ile üretilen mRNA'ların nükleotit dizilimi farklı olur. Bu durum farklı proteinlerin üretilmesine neden olur ve hücreler farklılaşır. Örneğin insülin hormonuna ait genetik bilgi bir insanın diploit bütün hücrelerinde bulunur. Fakat insülin geni sadece pankreasın beta hücrelerinde aktif olduğundan, bu hormon sadece pankreasta üretilir.

➢ Ribozomlar protein sentezi sırasında tRNA antikodonları ile mRNA kodonları arasında bağlantının kurulduğu organellerdir.

➢ Ribozomlar büyük ve küçük alt birim olmak üzere iki farklı kısımdan oluşur. Bu kısımlar sitoplazmada ayrı ayrı bulunup sadece protein sentezi sırasında bir araya gelirler.

Örnek Sorular

39. Bir hücrenin protein sentezleyebilmesi için,

I. replikasyon,

II. translasyon,

III. transkripsiyon

olaylarından hangileri gerçekleştiren enzimlere sahip olması zorunludur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

40. Ökaryotik bir hücrenin ribozomunda sentezlenmekte olan bir polipeptit zincirindeki 3 farklı aminoasidin antikodonları aşağıdaki gibidir:

- I. aminoasidin antikodonu: GUC
- II. aminoasidin antikodonu: CUA
- III. aminoasidin antikodonu: UCA

Buna göre bu 3 farklı aminoasidi kodlayan mRNA'daki baz dizileri aşağıdakilerden hangisindeki gibidir?

	I. aminoasit	II. aminoasit	III. aminoasit
A)	GTC	CTA	AGT
B)	CAG	GAU	AGU
C)	CTG	GAT	TCA
D)	GAC	GTA	TGT
E)	CAG	GAU	AGT

(2011 – LYS)

41. Bir canlının diploit yapılı iki farklı hücresinde,

I. kromozom sayısı,

II. mRNA nükleotit dizilimi,

III. üretilen protein çeşidi,

IV. DNA nükleotit dizilimi

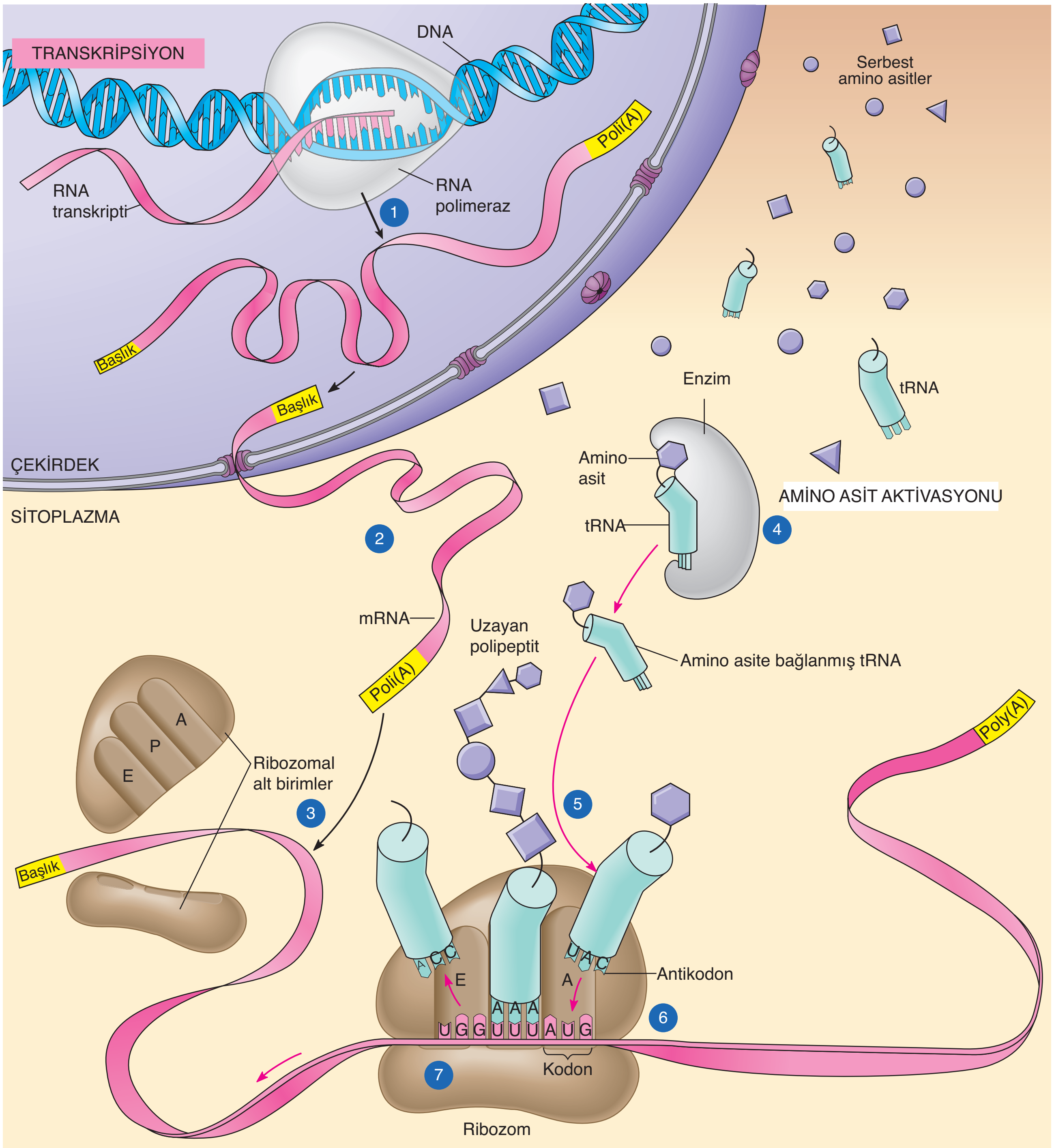
özelliklerinden hangilerinin farklı olması beklenebilir?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III

D) II ve IV E) III ve IV

36	C	37	A	38	B

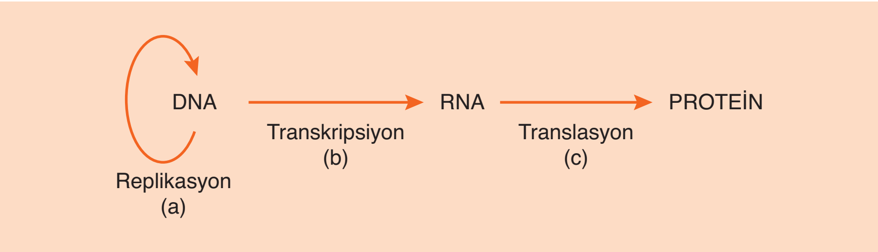
Palme Yayınevi



Ökaryotik bir hücrede transkripsiyon ve translasyonun özeti:

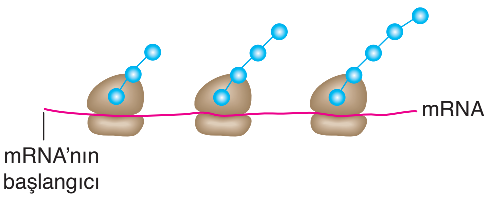
1) DNA'nın aktif geni açılır ve transkripsiyon ile mRNA sentezlenir.
2) mRNA çekirdek zarındaki porlardan sitoplazmaya geçer.
3) mRNA'nın ribozomun küçük alt birimine bağlanması ile ribozomun küçük ve büyük alt birimleri birleşir ve ribozom protein sentezine hazır hale gelir.
4) Sitoplazmada her bir amino asit, özgül bir enzim ve ATP yardımıyla uygun tRNA'ya bağlanır.
5) tRNA'lar sitoplazmadan aldığı amino asitleri mRNA'daki kodon sırasına göre ribozoma taşır.
6) Ribozomun üzerinde mRNA'nın kodonu ile tRNA'nın antikodonu arasında zayıf hidrojen bağları kurulur.
7) tRNA'nın getirdiği amino asit enzimler yardımıyla uzayan proteine eklenir. mRNA ribozom boyunca her seferinde bir kodonu hareket ettirirken, art arda dizilen tRNA'lar protein zincirine amino asitleri eklemeye devam eder. Ribozomun üzerine mRNA'nın durdurucu kodonunun gelmesiyle protein sentezi sonlanır.

➢ Aşağıda nükleik asitlerin hücrede gerçekleştirdiği replikasyon, transkripsiyon ve translasyon olayları şematize edilmiştir.



- Prokaryot hücrelerde a ve b olayları sitoplazmada, c olayı ise ribozomda gerçekleşir.
- Ökaryot hücrelerde a ve b olayları çekirdekte, c olayı ise ribozomda gerçekleşir.
- a olayı hücrenin bölüneceğini kanıtlar. b ve c olayları ise protein sentezi sırasında meydana gelir.
- a olayında A, G, C ve T nükleotitleri; b olayında A, G, C ve U nükleotitleri; c olayında ise amino asitler kullanılır.
- a olayı bölünemeyen hücrelerde gerçekleşmez. b ve c olayları protein sentezi yapan tüm hücrelerde gerçekleşir.
- a olayındaki bir hata kalıtsal olabilir. b ve c olaylarındaki hatalar kalıtsal olmaz, fakat farklı bir proteinin üretimine neden olabilir.

➢ **Poliribozom (polizom):** Bir ribozom bir dakikadan daha az bir süre içinde ortalama büyüklükteki bir proteini sentezleyebilir. Bazen birçok ribozom tek bir mRNA'ya bağlanarak poliribozomları oluşturur. Bu yapılar hücrenin aynı proteinin çok sayıda kopyasını kısa bir süre içinde üretmesine yardımcı olur.



Polizomda protein sentezi

C. BİR GEN BİR POLİPEPTİT HİPOTEZİ

➢ Beadle ve Tatum 1930'lu yıllarda bir ekmek küfü olan Neurospora crassa ile yaptıkları deneyler sonucunda öncül bir maddeden arjinin amino asidinin üretiminde üç farklı enzimin görev aldığı, bu enzimlerden herbirinin sentezinden de farklı bir genin sorumlu olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

➢ Araştırmacılar yaptıkları deneylerin sonuçlarına dayanarak bir genin özgül bir enzimin üretimini yönettiğine ilişkin **bir gen – bir enzim hipotezini** oluşturmuşlardır.

Örnek Sorular

42. **Ökaryotik bir hücrenin protein sentezinde,**

I. amino asitler arasında peptit bağlarının kurulması,

II. antikodon ve kodon arasında zayıf hidrojen bağlarının oluşması,

III. mesajcı mRNA'nın çekirdek zarından çıkarak sitoplazmaya geçmesi

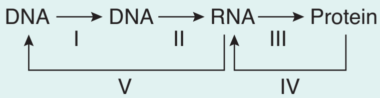
olayları hangi sıra ile gerçekleşir?

A) I - II - III B) II - I - III

C) III - I - II D) II - III - I

E) III - II - I

43.



Normal bir insan hücresinde biyokimyasal olaylar, şemada I, II, III, IV ve V numaralı okların hangileriyle gösterilen yönlerde <u>gerçekleşmez</u>?

A) I ve II B) I ve V C) II ve III

D) III ve IV E) IV ve V

(2007 – ÖSS Fen - 2)

44. **Memeli bir canlının protein sentezinde,**

I. kodon - antikodon birleşmesi,

II. peptit bağların kurulması,

III. transkripsiyonla mRNA sentezi,

IV. tRNA'ların amino asitlere bağlanması

olaylarından hangileri ribozom organelinde gerçekleşir?

A) I ve II B) II ve IV C) III ve IV

D) I, II ve IV E) II, III ve IV

39	D	40	B	41	C

Örnek Sorular

45.

Nükleik asitlere ait X, Y ve Z olayları ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?

A) Z olayı sırasında oluşan peptit bağı kadar su çıkışı olur.

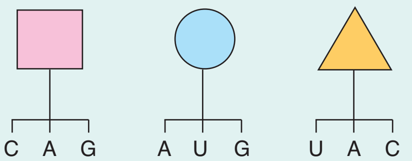
B) X olayı hücre döngüsünün interfaz evresinde gerçekleşir.

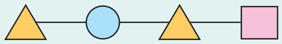
C) Ökaryotik hücrelerde Y olayı çekirdekte gerçekleşir.

D) Y olayı sırasında DNA miktarı değişmez.

E) Canlı olan her hücrede X olayı gerçekleşir.

46. Aşağıda bir protein molekülünün sentezinde görev yapan tRNA moleküllerinin taşıdığı amino asitler verilmiştir.



Sentezlenecek proteinin amino asit dizilimi  **olduğuna göre, şifre veren DNA bölümünün anlamlı zincirinin nükleotit dizilimi aşağıdakilerden hangisi gibi olmalıdır?** (ATT durdurucu kod'dur.)

A) TAC ATG TAC CAG ATT

B) ATG TAC ATG CAG ATT

C) ATG TAC ATG GTC ATT

D) TAC TAC GTA ATA ATT

E) CAG TAC CGA TAC ATT

47. Aynı mRNa'nın üç farklı ribozomda okunması ile oluşan protein moleküllerinin,

I. amino asit sayısı,

II. amino asit dizilimi,

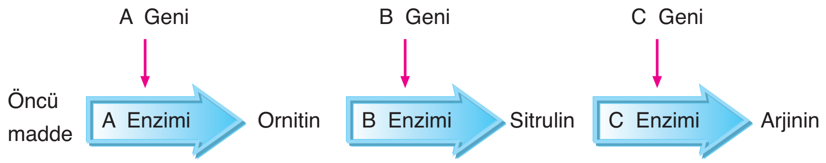
III. peptit bağı sayısı

özelliklerinden hangilerinin aynı olması beklenir?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

42	E	43	E	44	A
45	E	46	A	47	E



- Neurospora crassa'da öncü maddeden arjinin amino asidinin üretiminde üç farklı gen ve enzim görev alır. Bu genlerden herhangi bir tanesi mutasyona uğrarsa arjinin amino asidi üretilemez. Örneğin B geninin mutasyona uğraması durumunda B enzimi sentezlenemeyeceği için ornitin sitruline dönüşemez ve tepkime durur.

- Bilim insanları proteinler hakkında daha fazla bilgi edindikçe bir gen – bir enzim hipotezinde küçük bir değişiklik yaptılar. Çünkü bütün proteinler enzim yapılı değildir. Hayvanlardaki kas proteinleri olan aktin ve miyozin ile kan şekerini düşüren insülin, enzim olmayan proteinlere örnek olarak verilebilir. Enzim olmayan proteinler de gen ürünü olduğundan, moleküler biyologlar bu defa bir gen – bir protein terimi üzerinde düşünmeye başladılar.

- Bununla birlikte pek çok protein iki ya da daha fazla sayıda farklı polipeptit zincirinden oluşmuş olup, her polipeptit kendi geni tarafından belirlenir. Örneğin omurgalıların kırmızı kan hücrelerinde oksijen taşıyıcı protein olan hemoglobin, iki farklı polipeptitten oluşmuştur. Bu nedenle bu protein iki gen tarafından kodlanır. Dolayısıyla Beadle ve Tatum'un hipotezi **bir gen – bir polipeptit hipotezi** olarak yeniden ifade edilebilir. Bununla birlikte, biyologların çoğu polipeptit terimi yerine protein terimini kullanmaktadır.

1. TEST

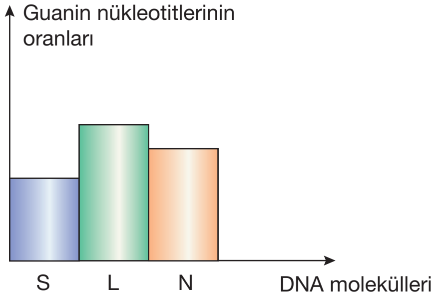
1. **DNA molekülüne ait olan,**

I. genetik kod,
II. deoksiriboz,
III. nükleotit

birimlerinden hangileri bir amino asit şifreleyebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

2. Toplam nükleotit sayıları eşit olan üç farklı DNA molekülünün guanin nükleotitlerinin oranları aşağıdaki grafikte verilmiştir.



Bu DNA molekülleri ile ilgili,

I. Üç DNA molekülündeki pirimidin bazlarının sayısı eşittir.
II. L DNA'sındaki adenin bazı sayısı N DNA'sından azdır.
III. İçerdikleri hidrojen bağı sayıları arasındaki ilişki L > N > S'dir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

3. **Ökaryotik bir hücredeki protein sentezinde,**

I. mRNA sentezi,
II. mRNA'nın ribozoma bağlanması,
III. kodon - antikodon eşleşmesi,
IV. peptit bağlarının oluşması

olayları hangi sıra ile gerçekleşir?

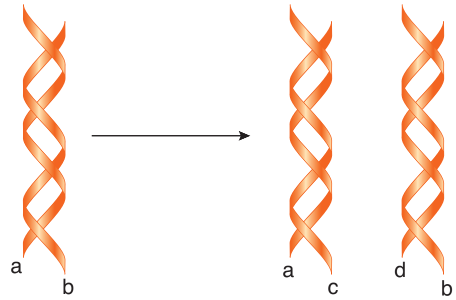
A) I - II - III - IV B) III - II - I - IV C) II - IV - I - III D) I - III - II - IV E) II - I - III - IV

4. Normal azotlu bir DNA molekülü ağır azotlu nükleotitlerin bulunduğu bir ortamda art arda üç kez bölünmüştür.

Birinci, ikinci ve üçüncü bölünmeler sonucu oluşan melez DNA'ların, toplam DNA sayılarına oranları aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

	Birinci bölünme	İkinci bölünme	Üçüncü bölünme
A)	2	2	2
B)	1	1/4	1/8
C)	1	1/2	1/3
D)	1/2	1/4	1/8
E)	1	1/2	1/4

5. Aşağıda DNA molekülünün replikasyonu şematize edilmiştir.



Bu şema ile ilgili,

I. DNA eşlemesi tam korunumlu olarak gerçekleşmiştir.
II. c ipliğinin nükleotit dizilimi b ipliği ile aynıdır.
III. Oluşan DNA moleküllerindeki hidrojen bağ sayısı eşittir.

ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) II ve III

6. **1200 nükleotit içeren bir mRNA'nın kontrolünde üretilen protein molekülünde kaç tane amino asit bulunur?**

(Stop kodunu dahil)

A) 299 B) 300 C) 398 D) 399 E) 400

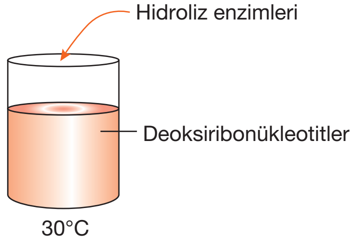
7. **DNA molekülünün,**

I. aynı zincirinde bulunan guanin ve sitozin,
II. karşılıklı zincirlerde bulunan adenin ve timin,

nükleotitleri arasındaki bağ çeşitleri aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

	I	II
A)	Hidrojen	Hidrojen
B)	Glikozit	Hidrojen
C)	Fosfodiester	Glikozit
D)	Glikozit	Fosfodiester
E)	Fosfodiester	Hidrojen

8.



Yukarıdaki deney düzeneğinde aşağıdaki moleküllerden hangisi oluşamaz?

A) Guanin B) Fosfat C) Riboz
D) Timin E) Sitozin

9. **Bir protein molekülünün amino asit sayısının bilinmesi durumunda,**

I. kalıp olarak kullanılan mRNA'nın kodon sayısı,
II. sentez sırasında açığa çıkan su molekülü sayısı,
III. şifre veren DNA bölümündeki hidrojen bağı sayısı

niceliklerinden hangileri hesaplanabilir?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

10. **Kaynatılarak öldürülmüş olan kapsüllü bakterilerden alınan özütteki,**

I. polisakkarit,
II. protein,
III. DNA

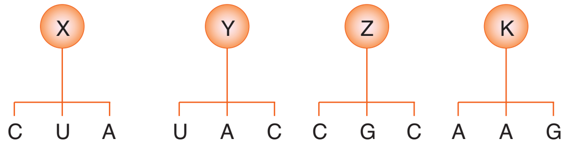
moleküllerinde hangilerinin eklendiği kaptaki kapsülsüz bakteriler, kapsül üretme yeteneği kazanırlar?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

11. **İki protein molekülünün farklı yapıda olması aşağıdakilerden hangisi ile açıklanamaz?**

A) Yapılarındaki amino asit çeşitlerinin farklı olması
B) Farklı sayıda peptit bağı içermeleri
C) Sentezlerinin farklı ribozomlarda gerçekleşmesi
D) Sentezlerinde kullanılan mRNA'ların nükleotit dizilimlerinin farklı olması
E) Amino asitlerin diziliş sırasının farklı olması

12. Aşağıda bir proteinin sentezinde görev yapan tRNA antikodonları ve taşıdıkları amino asit çeşitleri verilmiştir.



Protein molekülünün amino asit dizilimi Y – K – Z – X olduğuna göre, sentezde şifre veren DNA molekülünün anlamlı zinciri aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) TAC AAG GCG TCA B) CTA TAC CGC AAG
C) CTA AAG GCG AAT D) TAC AAG CGC CTA
E) TCA AAG CGC CAA

13. **Aynı DNA molekülü üzerinde bulunan iki farklı genin,**

I. genetik kod çeşitleri,
II. nükleotit sayıları,
III. nükleotit çeşitleri
IV. hidrojen bağı sayıları

özelliklerinden hangileri farklı olamaz?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) III ve IV

1. A	2. E	3. A	4. E	5. A	6. D	7. E	8. C	9. B	10. C	11. C	12. D	13. B

2. TEST

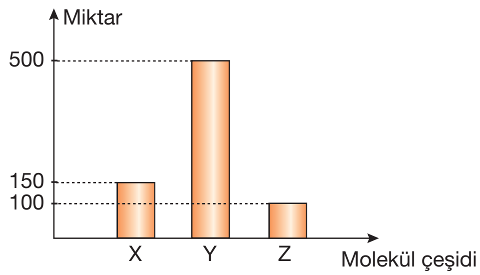
1. **Tüm RNA çeşitleri için,**

I. ribonükleotitlerden oluşma,
II. protein sentezinde görev yapma,
III. ribozomun yapısına katılma,
IV. transkripsiyon ile üretilme

özelliklerinden hangileri ortaktır?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III
D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

2. 500 nükleotitten oluşan bir DNA molekülünün replikasyonu sırasında harcanan bazı moleküllerin miktarları aşağıdaki grafikte verilmiştir.



Grafiğe göre

I. X → fosforik asit,
II. Y → guanin nükleotidi,
III. Z → deoksiriboz şekeri

eşleştirmelerinden hangileri doğru <u>olamaz</u>?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

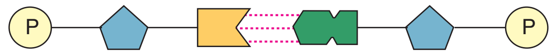
3. **Protein sentezi sırasında,**

I. replikasyon,
II. transkripsiyon,
III. translasyon

olaylarından hangileri <u>gerçekleşmez</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

4. Aşağıda DNA molekülünün yapısında bulunan iki farklı nükleotit şematize edilmiştir.



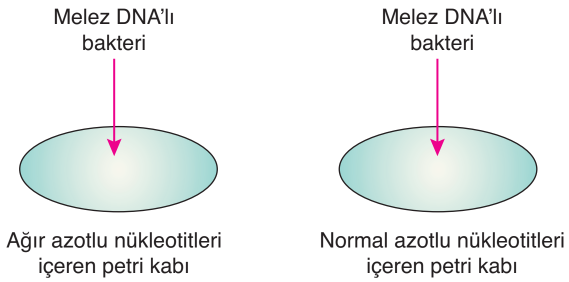
Bu şema ile ilgili,

I. Organik bazlardan biri guanin diğeri sitozindir.
II. İki nükleotit arasında zayıf hidrojen bağları bulunur.
III. İki nükleotidin organik baz çeşitleri aynı iken, şeker çeşitleri farklı olabilir.

yargılarından hangileri <u>yanlıştır</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

5. Melez DNA'ya sahip iki ayrı bakteri aşağıda özellikleri verilen petri kaplarına bırakılıyor.



Bu bakterilerin üç kez bölünmesi sonucunda,

I. melez DNA'lı,
II. ağır DNA'lı,
III. normal DNA'lı

bakterilerin her iki petri kabında da bulunması beklenir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

6. **Sağlıklı bir insanın karaciğer ve kas hücrelerinde,**

I. farklı amino asit dizilişine sahip protein,
II. aynı nükleotit dizilimine sahip mRNA,
III. farklı nükleotit dizilimine sahip DNA,
IV. farklı nükleotit dizilimine sahip mRNA

molekülünden hangileri sentezlenebilir?

A) I ve IV B) II ve III C) II ve IV
D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

7. **Bir polinükleotidin yapısında aşağıdaki üçlü şifrelerden hangisi <u>bulunamaz</u>?**

A) TUC B) CTG C) ATA D) UUA E) CGA

8. Aşağıda bir hücrede nükleik asitlerin denetiminde gerçekleşen üç olay verilmiştir.

Bu olaylarla ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) c olayında peptit bağlarının oluşumu sırasında su çıkışı olur.
B) Ökaryot hücrelerde a ve b olayları çekirdekte, c olayı ribozomda gerçekleşir.
C) Protein sentezi sırasında b ve c olayları gerçekleşir.
D) a olayı sırasında kullanılan nükleotit sayısı b olayında kullanılandan çoktur.
E) b olayında meydana gelen bir mutasyonun kalıtsal olma ihtimali vardır.

9. 2000 nükleotitten oluşan bir DNA molekülündeki adenin nükleotitlerinin guanin nükleotitlerine oranı 1/4'tür.

Bu DNA molekülünde timin nükleotiti sayısı (I) ve hidrojen bağı sayısı (II) aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	I	II
A)	200	2800
B)	400	2400
C)	800	2200
D)	200	2600
E)	800	2400

10. **Replikasyon ve transkripsiyon olaylarında aşağıdakilerden hangisi ortak olarak <u>gerçekleşmez</u>?**

A) Substrat olarak nükleotitlerin kullanılması
B) Alt alta olan nükleotitlerin fosfodiester bağları ile bağlanması
C) Ürün olarak RNA molekülünün oluşması
D) Kalıp olarak DNA molekülünün kullanılması
E) Aktivasyon enerjisini düşürmek için enzimlerin kullanılması

11. Bir DNA molekülündeki adenin nükleotiti sayısı k, fosfat sayısı ise 6k dir.

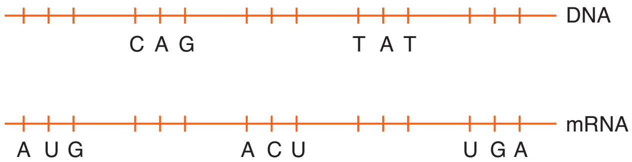
Buna göre ilgili DNA molekülündeki,

I. guanin nükleotiti,
II. deoksiriboz,
III. pürin bazı

sayıları aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

	I	II	III
A)	k	6k	2k
B)	2k	4k	2k
C)	4k	12k	6k
D)	2k	6k	k
E)	2k	6k	3k

12. Aşağıda bir protein molekülünün sentezinde görev yapan DNA zinciri ile mRNA moleküllerinin nükleotit dizilimleri verilmiştir.



Bu protein sentezinde aşağıdaki antikodonlardan hangisine sahip olan tRNA çeşidi amino asit <u>taşımaz</u>?

(AUG başlangıç, UGA stop kodonudur.)

A) UAU B) UAC C) ACU D) CAG E) UGA

13. **Ökaryotik bir hücreye ait protein sentezinde,**

I. taşıyıcı RNA'nın enzim denetiminde belirli bir amino asite bağlanması,
II. amino asitler arasında peptit bağlarının oluşması,
III. anlamlı DNA zinciri üzerinden transkripsiyon ile mRNA'nın sentezlenmesi

olaylarının gerçekleştiği hücresel kısımlar aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	I	II	III
A)	Sitoplazma	Çekirdek	Ribozom
B)	Çekirdek	Sitoplazma	Ribozom
C)	Ribozom	Çekirdek	Sitoplazma
D)	Sitoplazma	Ribozom	Çekirdek
E)	Ribozom	Sitoplazma	Çekirdek

1. D	2. E	3. A	4. B	5. A	6. D	7. A	8. E	9. A	10. C	11. E	12. C	13. D

Biyoteknoloji ve Gen Mühendisliği

19. Ünite

Örnek Sorular

1. **Poliploit canlı türleri ile ilgili,**

I. Ürün miktarları diploit türlere göre daha çoktur.

II. Bitkilerde hayvanlara göre daha çok görülür.

III. Kromozom sayıları 3n ya da daha fazladır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

2. **Geleneksel ıslah yöntemleri ile ilgili,**

I. İstenilen organizmaların eldesi çok hızlı gerçekleşir.

II. Yeni bireylere istenilen genlerle beraber istenilmeyen genlerde aktarılır.

III. Farklı alemlerde yer alan canlılar arasında gen aktarımını sağlar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

3. Büyük ve acı bir elma türü ile küçük ve tatlı bir elma türünün çaprazlanması ile büyük ve tatlı bir elma türü elde edilmiştir.

Yukarıda verilen biyoteknolojik yöntem aşağıdakilerden hangisidir?

A) Klonlama

B) Gen aktarımı

C) Melezleme

D) Yapay döllenme

E) Poliploidi

A. KLASİK BİYOLOJİK YÖNTEMLER:

➢ İnsanlar yüzyıllardan beri geleneksel ıslah çalışmaları ile melezlemeler yaparak istenilen özellikte bitki ve hayvanlar üretmiş, bir anlamda gen mühendisliği çalışması yapmışlardır.

➢ Geleneksel ıslah çalışmaları insanoğlu için çok yararlı olsada bazı önemli eksikleri vardır. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

- Bu çalışmalar çok uzun zaman alır. Çünkü yeni bireye istenilen genlerle beraber istenmeyen genlerde aktarılır. Bu nedenle değerli bir bitki ya da hayvan türü bulabilmek için binlerce eşleşmenin yapılması gerekir.
- Islah amaçlı kullanılabilen genetik materyal oldukça sınırlıdır. Çünkü sadece anne ve babanın DNA'ları ile çalışılmaktadır.

B. MODERN BİYOTEKNOLOJİK YÖNTEMLER

➢ Yeni ıslah yöntemlerinin gelişmesi ile geleneksel yöntemlere ait sorunlar aşılmıştır. Böylece yüksek kaliteli ve daha fazla ürün veren türlerin eldesi kolaylaşmıştır.

➢ Islah çalışmalarında tür içi ve türler arası melezleme, yapay döllenme, poliploidi, gen aktarımı ve klonlama gibi yöntemler kullanılır.

➢ **Melezleme:** Uzun süre sadece kendi arasında gen alış verişi yapan ırklar genetik olarak zayıf ırk olarak kabul edilir. Çünkü bu durum zararlı çekinik genlerin yan yana gelmesine (homozigot), dolayısıyla fenotipte etkisini göstermesine neden olur. Farklı karakterler bakımından homozigot ırklar arasında çarpazlama yaparak üstün özelliklere sahip melez bireyler elde edilebilir. Örneğin küçük ve tatlı erikle büyük ve tatsız eriklerin çaprazlanması ile büyük tatlı erikler elde edilmiştir.

➢ **Yapay Döllenme:** Üstün özelliklere sahip hayvanlardan alınan spermler, sperm bankalarında saklanarak uygun zamanda yumurta hücresini döllemek için kullanılır.

➢ **Poliploidi:** Hücrelerdeki kromozom sayısının 3n veya daha fazla olması durumudur. Bitkilerdeki görülme oranı hayvanlardan daha fazladır. Poliploid bitkilerin çiçek ve meyveleri diploit bitkilere göre daha büyüktür. Bu özellik poliploid bitkilerin ticari önemini artırır. Bu durum patates, muz, çekirdeksiz karpuz ve elma gibi bitkilerde görülebilir.

➢ Yukarıda bahsedelin bu gelişmeler biyoteknoloji ve gen mühendisliğinin alanına girmektedir.

a. Biyoteknoloji:

➢ Biyoteknolojinin amacı temel bilimleri ve mühendislik ilkelerini canlı sistemlere uygulayarak hammaddelerin kısa sürede ticari ürünlere dönüşümünü sağlamaktır.

➢ Bu amaca yönelik olarak yapılan yaygın uygulama, belirli bir özelliği kodlayan genlerin alınarak başka bir canlıya aktarılmasıdır. Böylece gen aktarımı yapılan canlıda istenilen gen ürünü sentezlenebilir. Örneğin şeker hastalığında kullanılan insülini kodlayan genin bakteri DNA'sına eklenmesiyle, ilgili bakteriye insü-

lin sentezlettirilir. Bu yöntem sayesinde istenilen ürün ucuz bir maliyet ile bol miktarda üretilir.

➢ Günümüzde biyoteknolojik uygulamalardan hastalıkların teşhis ve tedavisi, gıda sanayi, suların arıtılması, tarımsal üretim ve suçluların belirlenmesi gibi bir çok alanda yararlanılmaktadır.

b. Gen Mühendisliği

➢ Gen mühendisliği, canlıların kalıtsal yapılarını değiştirerek onlara yeni özellikler kazandırmaya çalışan bir bilim dalıdır.

➢ Gen mühendisleri istenilen genlerin izolasyonu, çoğaltılması, farklı canlılara ait genlerin birleştirilmesi ya da belirli bir genin bir canlıdan başka bir canlıya aktarılması gibi çalışmalarla uğraşırlar.

➢ Farklı canlı türlerine ait DNA moleküllerinin kesilmesi ve kesilen parçaların birbirine eklenmesi sonucunda yeni bir DNA molekülünün oluşturulmasına rekombinasyon denir. Bu yolla oluşturulan DNA molekülüne ise **rekombinant DNA (rDNA)** adı verilir.

➢ Gen mühendisliği sonucu oluşan canlılara **genetiği değişmiş organizmalar (GDO)** ya da **transgenik organizmalar** adı verilir. Bu organizmalar insanlar için yararlı olan protein ve diğer molekülleri üretirler. Değişiklikler kalıtım materyali olan DNA'da yapıldığı için yeni genetik özellikler sadece genetiği değiştirilmiş canlılarda değil, onların yavrularında da bulunur.

Model Organizma :

➢ Model organizma belirli biyolojik olayların anlaşılması için yapılan deneylerde yaygın olarak kullanılan canlılara verilen genel isimdir.

➢ Biyoteknoloji, genetik, moleküler biyoloji gibi biyolojinin pek çok dalında farklı özelliklere sahip model organizmalar kullanılmaktadır.

➢ Model organizmaların sahip olması gereken temel özellikler aşağıda verilmiştir:

- Kısa bir yaşam döngüsüne sahip olmalı
- Laboratuvar koşullarında üretilebilmeli
- Üzerinde genetik çalışmalar yapmaya uygun olmalı
- Yavruların gelişim süresinin kısa olması
- Genom haritasının çıkarılmış olması

➢ Biyoteknoloji ile ilgili yapılan çalışmalarda *Escherichia coli* ve *Saccharomyces cerevisiae* gibi model organizmalar yaygın olarak kullanılır.

C. GEN KLONLAMA

➢ Seçilmiş bir genin bir vektör (plazmit veya virüs) içerisine eklenerek bir bakteriye aktarılması ve sonra bu bakteri aracılığı ile pek çok kopyasının üretilmesi işlemine **gen klonlaması** adı verilir.

➢ Genlerin ya da DNA parçalarının klonlanabilmesi için plazmitler kullanılır. **Plazmit**ler, bakterilerde kromozom dışında bulunan ve kendi kendine bölünebilen halkasal yapıdaki küçük DNA'lardır.

Not: Plazmit DNA'lar bir bakteriden diğerine aktarılabilir.

Örnek Sorular

4. **Plazmit DNA'lar ile ilgili,**

I. Bakterilerde bulunan küçük ve halkasal yapılı DNA molekülleridir.

II. Kendini eşleyemez ve bir bakteriden diğerine aktarılamazlar.

III. Gen klonlamada vektör olarak kullanılabilir.

ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

5. **Bir canlı organizmayı transgenik olarak tanımlayabilmek için bu organizmanın aşağıdaki özelliklerden hangisine sahip olması gerekir?**

A) Yapay yöntemlerle mutasyona uğratılmış olması

B) İki uzak akraba tür arasında gerçekleşen bir melezleme ile elde edilmiş olması

C) Yapay seçilimle seçilerek çoğaltılması

D) Genetik mühendisliği yöntemleri ile kendine ait olmayan gen aktarılmış olması

E) Genetik mühendisliği yöntemleri ile başka bir organizmadan klonlanmış olması

(2018 – AYT)

6. **Aşağıdakilerden hangisi genetik çalışmalarda** "model organizma" **olarak kullanılacak bir hayvanda bulunması istenen özelliklerden biri değildir?**

A) Bir defada çok sayıda yavru üretmesi

B) Yeni döl verme süresinin uzun olması

C) Yavrularının gelişim evresinin kısa olması

D) Laboratuvar koşullarında üretilebilmesi

E) Üzerinde çalışma yapmaya elverişli olması

(2016 – LYS)

1	E	2	B	3	C

Örnek Sorular

7. **Genetiği değişmiş organizmaların (GDO),**

I. nükleotit çeşitleri,

II. replikasyon mekanizmaları,

III. gen çeşitleri

özelliklerinden hangilerinin ata canlılardan <u>farklı</u> olması beklenir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

8. **Restriksiyon enzimleri tarafından kesilen DNA parçaları aşağıdaki enzimlerden hangisi kullanılarak birleştirilir?**

A) RNA polimeraz B) DNA ligaz

C) Helikaz D) DNA az

E) Fosfataz

9. **Gen müdendisliği sonucu oluşturulan rekombinant DNA molekülleri,**

I. virüs,

II. bakteri,

III. bitki

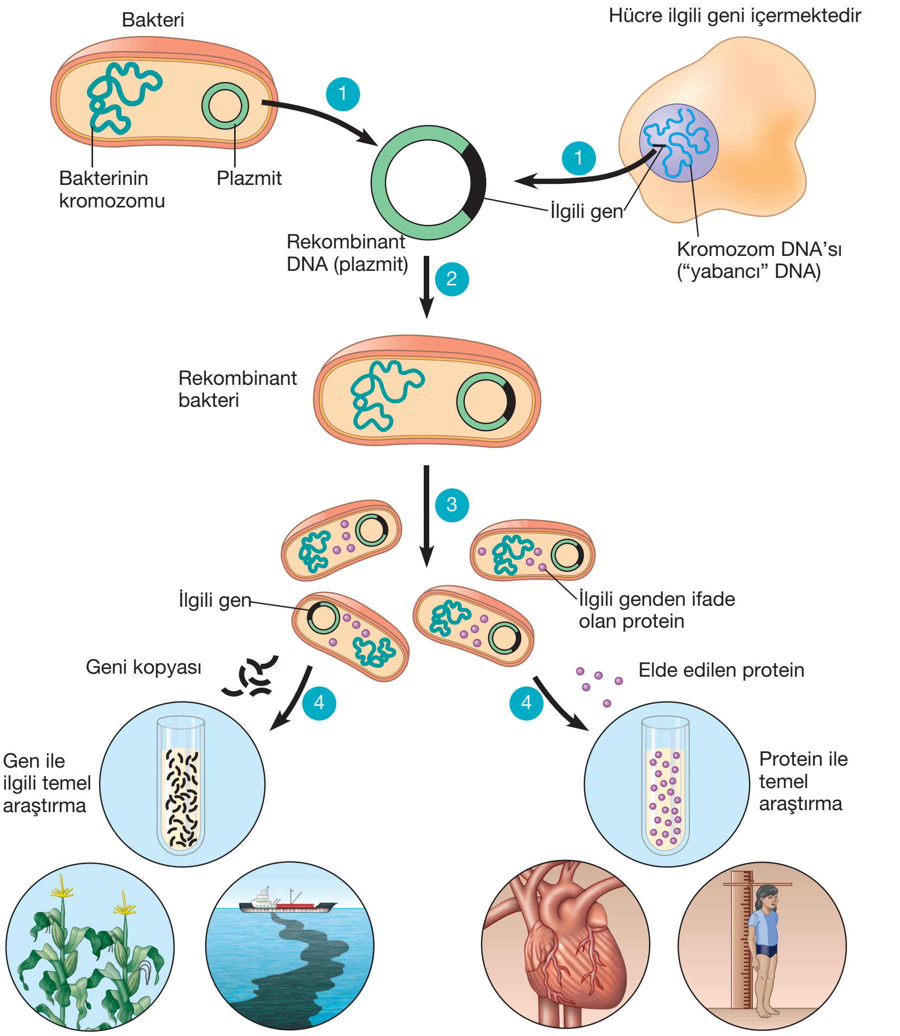
hücrelerinden hangilerine aktarılırsa istenilen ürünün üretimi mümkün olur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

4	A	5	D	6	B

➢ Aşağıda bakterilerin kullanıldığı gen klonlaması işleminin basamakları detaylı olarak verilmiştir.



Zararlılara karşı direnç geni bitkilere aktarılmıştır

Gen, zehirli atıkların temizlenmesi için bakterilerin değişime uğratılmasında kullanılmıştır

Protein, kalp krizi terapisinde kandaki pıhtıları parçalar

İnsan büyüme hormonu, boy kısalığını tedavi eder

1. İstenilen geni taşıyan DNA molekülü ile vektör olarak kullanılacak olan bakteri plazmidi saf olarak elde edilir. DNA molekülü üzerinde klonlanacak (istenen) gen belirlenir. Vektör olarak kullanılacak plazmit ve klonlanacak olan gen aynı **restriksiyon enzimleri** ile kesilir. Aynı restriksiyon enzimleri ile kesilen klonlanacak gen ve plazmitte oluşan yapışkan uçlar **DNA ligaz enzimi** yardımıyla birleştirilerek rekombinant DNA molekülü elde edilir. Böylece klonlanacak gen vektör olarak kullanılan plazmidin içine yerleşmiş olur.
2. Rekombinant DNA bir bakteri hücresine aktarılarak rekombinant bakteri hücresi oluşturulur.
3. Bakterilerin üremesi ile klonlar oluşturulur ve bunların arasından istenilen klonlar (rekombinant DNA içerenler) seçilir.
4. Seçilen klonlar ile istenilen amaca yönelik değişik uygulamalar yapılabilir.

- Rekombinant DNA teknolojisinden sanayi, tarım ve ilaç üretimi gibi birçok alanda yararlanılmaktadır. Aşağıda bu teknolojinin kullanımına ait bazı örnekler verilmiştir.
  - Bitkilere aktarılan bir gen, bu bitkilerin zararlı organizmalara karşı direnç kazanmasını sağlar.
  - Bu yolla elde edilen bakteriler toksik yapıdaki atık maddelerin temizlenmesinde kullanılır.
  - Bu yöntemle üretilen insülin hormonu şeker hastalarında kullanılır.
  - Bu teknoloji ile üretilen enzimler; deterjan, şeker ve peynir üretiminde kullanılır.

Bitki ve Hayvanlarda Klonlama :

- Rekombinant DNA teknolojisinin tarımda farklı kullanım alanları bulunur. Bu yöntemle bitkinin tohum verimliliği, ürün miktarı ve kalitesi artırılabilir.
- Bu teknoloji kullanılarak böcek ilaçlarına, kuraklığa, soğuğa, tuza ve hastalıklara karşı dirençli bitki türleri elde edilmektedir.
- Hayvan hücrelerinde genetik yapının değiştirilmesi ile hayvanlara yeni özellikler kazandırılır.
- Hayvan hücrelerine rekombinant DNA'nın aktarımı sonucu yeni özelliklerin kazanılmasına ait bazı örnekler aşağıda verilmiştir.
  - İnsanlardan izole edilen büyüme hormonu geninin fare embriyolarına aktarımı sonucu normale göre daha iri fareler elde edilmiştir.
  - Bir sığır ırkından fazla kas üretimine neden olan bir geni izole ederek farklı ırktaki sığırlara hatta koyunlara aktarmış ve daha fazla et üreten transgenik organizmalar elde etmişlerdir.
- **Klonlama yöntemi** ile bitki ve hayvanlarda ata canlı ile aynı genetik özelliklere sahip canlılar da elde edebiliriz.
- Memeli canlılardaki ilk klonlama 1997 yılında gerçekleştirilmiştir.

Klonlama sonucu oluşan ilk memeli olan Dolly ve taşıyıcı annesi

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

10. Biyoteknolojik yöntemler,

I. tıp,

II. tarım,

III. gıda sanayi

alanlarından hangilerinde uygulanabilir?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

11. Şeker hastalarında kullanılan insülin hormonu, rekombinant DNA teknolojisiyle E.coli bakterilerinde üretilmektedir.

Bu işlemin bazı aşamaları aşağıda verilmiştir:

I. İnsülin geni içeren insan DNA parçasının taşıyıcı DNA (plazmit) ile birleşmesi

II. E.coli plazmit DNA sının ve insan DNA sının tümünün saf olarak elde edilmesi

III. E.coli plazmit DNA sını ve insan DNA sının insülin genini kodlayan kısmının restriksiyon enzimiyle kesilmesi

IV. Gen aktarılmış E.coli bakterilerinin besiyerinde çoğaltılması

V. Plazmitin E.coli hücresine aktarılması

Bu aşamaların doğru sıralanışı aşağıdakilerin hangisinde verilmiştir?

A) I - III - II - IV - V B) II - I - III - IV - V

C) II - III - I - V - IV D) III - II - V - I - IV

E) V - I - IV - III - II

(2007 – ÖSS Fen-2)

12. Restriksiyon endonükleaz enzimi ile ilgili,

I. İnsan hücrelerinde doğal olarak bulunur.

II. İstenilen gen ve vektör olarak kullanılacak genin kesilmesini sağlar.

III. Rekombinant DNA molekülünün hücrelere aktarımı sırasında kullanılır.

ifadelerinden hangileri doğru <u>değildir</u>?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

7	B	8	B	9	D

Örnek Sorular

13. Turp bitkisinin kökünden alınan floem hücrelerinden her birinin, kültür ortamında tam bir bitkiye geliştiği saptanmıştır.

Bu deneyde elde edilen bitkilerle ilgili,

I. Kromozom sayıları aynıdır.

II. Genetik yapıları ata bitkiyle özdeştir.

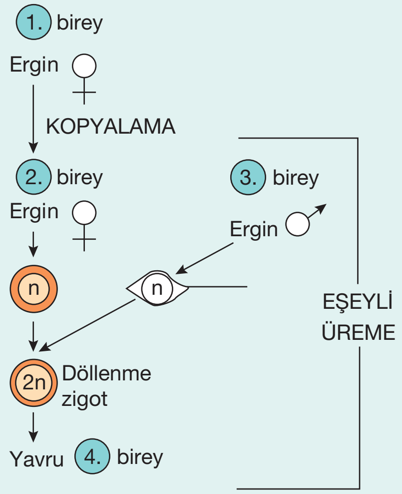
III. Kütleleri birbirinden farklı olabilir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

14.



Eşeyli üremeyle oluşmuş ergin bir koyundan (1. birey), kopyalama (klonlama) yöntemiyle yavru (2. birey) elde edilmiştir.

Yukarıdaki şemada 2. bireyin eşeyli üremesi gösterilmiştir.

Bu bilgilere göre, aşağıdaki yargılardan hangisi yanlıştır?

A) 2. bireyin hücrelerinin çekirdeğindeki kalıtsal bileşim, 1. bireyi oluşturan yumurta ve spermden kaynaklanır.

B) 1. ve 2. bireylerin fenotipleri arasındaki farklılıklarda, çevresel etkenlerin de rolü vardır.

C) 1., 3. ve 4. bireylerin genotipleri birbirlerinden farklıdır.

D) 1. bireyin 2. bireye genetik katkısıyla, 2. bireyin 4. bireye genetik katkısı aynıdır.

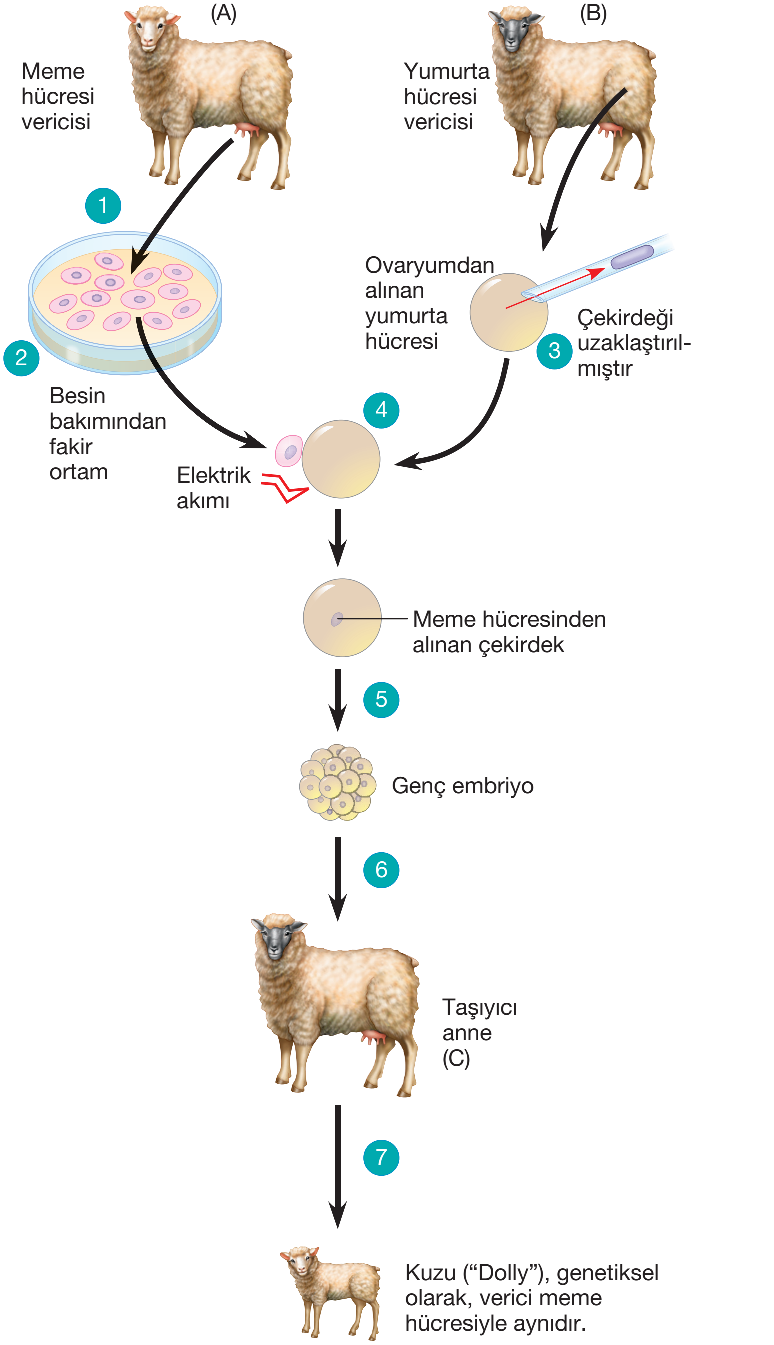
E) 1. ve 2. bireylerin, aynı erkek bireyden (3. birey) eşeyli üremeyle oluşacak yavrularının çekirdek genotipleri, iki kardeşinki kadar birbirine benzer.

(2003 – ÖSS)

10	E	11	C	12	D

Palme Yayınevi

➢ Klonlama sonucu oluşan ilk memeli olan Dolly, DNA'sını aldığı koyunun genetik olarak ikizidir. Aşağıda Dolly'nin klonlanmasının basamakları verilmiştir.



1. Ergin bir koyunun (A) memesinden bir hücre alınır. Bu somatik hücre genetik olarak bir koyunun oluşması için gerekli bütün genleri içermektedir. Fakat bu genlerden sadece bir kısmı aktif durumdadır.
2. Meme hücresi besin bakımından fakir bir ortama alınarak hücre döngüsü durdurulur. G_0 evresine giren hücrenin bütün genleri aktifleşmiş durumdayken çekirdeği çıkarılır.
3. Başka bir koyundan (B) alınan yumurta hücresinin çekirdeği çıkarılır.
4. İlk koyundan (A) alınan meme hücresinin çekirdeği, boşaltılmış yumurta hücresinin içine yerleştirilip, elektrik akımı yardımıyla kaynaştırılır.
5. Elektrik akımı aynı zamanda yumurta hücresinin bölünmeye başlamasını uyarır. Mitoz bölünmeler sonucunda altı günlük olan genç embriyo oluşur.

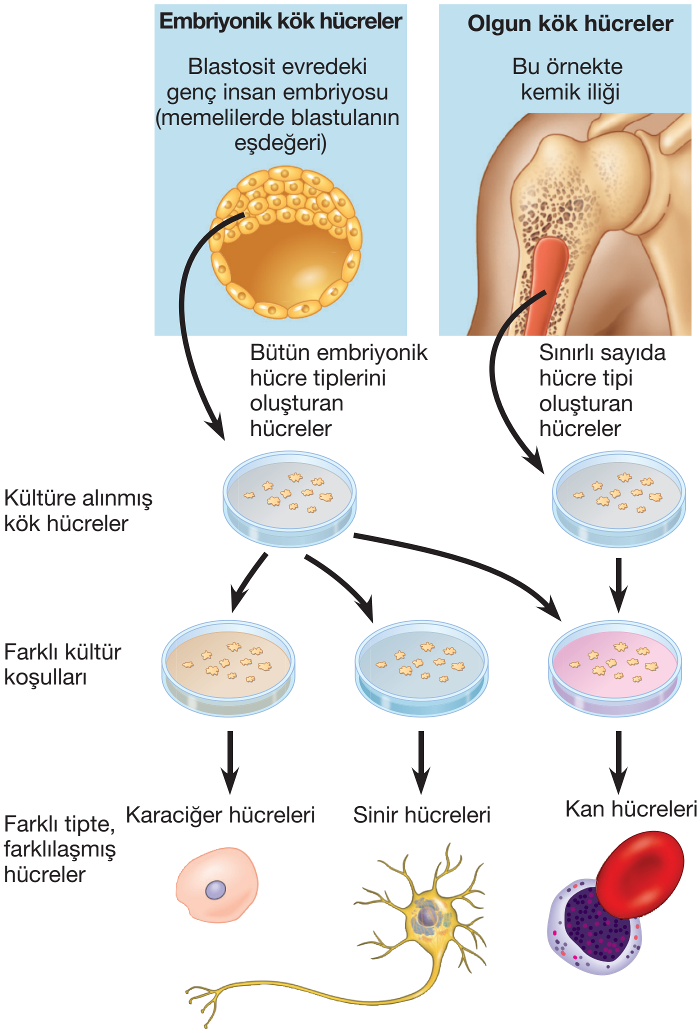
6. Genç embriyo taşıyıcı anne görevini yapacak olan üçüncü bir koyunun (C) rahmine yerleştirilir.
7. Embriyonik gelişimin tamamlanması ile bir kuzu (Dolly) dünyaya gelir. Bu kuzu genetik olarak meme hücresinin çekirdeği alınan koyunla (A) özdeştir.

Kök Hücreler:

➢ Gen mühendisleri kök hücreler üzerinde de çeşitli çalışmalar yapmaktadırlar. **Kök hücreler**, kendini yenileme özelliğine sahip olan farklılaşmamış hücrelerdir. Bu hücreler gerek vücut içinde gerekse laboratuvar ortamında bölünerek farklı hücre tiplerine dönüşebilirler.

➢ İnsanlardaki temel kök hücreleri üç çeşittir.

- **Yetişkin kök hücreleri**, vücutta birçok doku ve organda bulunur. Bulundukları dokuda hasar olması durumunda bölünerek hasarı onarırlar.
- **Embriyonik kök hücreleri**, embriyonun erken dönemlerinde elde edilen hücrelerdir. Zamana bağlı olmaksızın çoğalırlar. Sürekli kendini yenileme ve tüm hücrelere dönüşebilme yetenekleri vardır.
- **Kordon kanından elde edilen kök hücreleri**, uygun ortamlarda bekletilir. Bireyin ilerleyen yaşamında ortaya çıkabilecek sağlık sorunlarının tedavisinde kullanılırlar.



Kök hücrelerle yapılan çalışmalar. Genç embriyolar ya da olgun dokulardan izole edilebilen ve kültüre alınabilen hayvan kök hücreleri, nispeten farklılaşmamış, kendini çoğaltabilen hücrelerdir. Olgun kök hücrelere göre, embriyonik kök hücreleri büyütmek daha kolay olup, teorik olarak bir organizmadaki bütün hücre tiplerini oluşturmak mümkündür. Olgun kök hücrelerden hangi hücre tipinin oluşabildiği tamamen bilinmemektedir.

Örnek Sorular

15. Eczacılık ürünleri arasında yer alan,

I. aşı,
II. hormon,
III. antibiyotik

yapılarından hangilerinin eldesinde rekombinant DNA teknolojisinden faydalanır?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

16. Kök hücreleri ile ilgili,

I. Sadece embriyoya ait doku ve organlarda bulunurlar.
II. Bölünerek farklı hücre tiplerine dönüşebilirler.
III. Bazı hastalıkların tedavisinde kullanılabilirler.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

17.
- K koçundan alınan somatik bir hücrenin çekirdeği çıkarılmıştır.
- L koyunundan alınan yumurta hücresinin çekirdeği uzaklaştırılmıştır.
- K koçundan alınan çekirdek, L koyunundan alınan yumurtaya aktarılarak zigot elde edilmiştir.
- Bu zigotun bölünmesi ile oluşan embriyo M koyununun rahmine yerleştirilerek gelişmesi sağlanmış ve Z kuzusu doğmuştur.

Bu bilgilere göre Z kuzusu ile ilgili,

I. Cinsiyeti erkektir.
II. Mitokondri DNA'sı L'ile aynı nükleotit dizilimindedir.
III. Fenotipi M koyunu ile aynıdır.

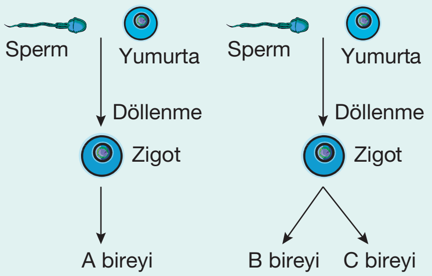
ifadelerinden hangileri yanlıştır?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

13	E	14	D

Örnek Sorular

18.



A, B ve C üçüzleri ile ilgili,

I. A ve B'nin cinsiyetleri farklı olabilir.

II. B ve C'nin kan grupları aynıdır.

III. A ve C'nin göz renkleri aynı olabilir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

19. Aşağıdakilerden hangisi, biyoteknolojik uygulamalar kapsamında <u>değerlendirilemez</u>?

A) Bir bitki türüne gen aktarmak suretiyle bitkinin protein değerini yükseltmek

B) Bir bakteriye gen aktarmak suretiyle farklı bir canlı türünün proteinini ürettirmek

C) Bir hayvan türünün istenilen özelliklere sahip iki bireyini çiftleştirerek daha verimli döller elde etmek

D) Memeliler sınıfına ait bir bireyin genetik kopyasını üretmek

E) Gen aktarımı yapmak suretiyle böcek saldırılarına karşı dirençli bitkiler üretmek

(2015 – LYS)

20. Rekombinant DNA tekniği ile üretilen insülin hormonu ile ilgili,

I. Amino asit dizilimi insan insülininden çok farklıdır.

II. Düşük maliyetle ve hızlı bir biçimde üretilir.

III. Model organizma olarak E. coli bakterisi kullanılır.

ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

15	E	16	E	17	B

D. GEN MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMALARININ YARARLARI

➢ Rekombinant DNA tekniği bulunduğu ilk dönemlerde sadece genlerin organizasyonu, düzenlenmesi ve mutasyonlar gibi temeli akademik çalışmalara dayanan araştırmalar için kullanılıyordu. Genetik mühendisleri bu yöntemi endüstride biyoteknoloji adı altında farklı alanlarda uygulayarak, ekonomik değeri yüksek olan birçok ürün elde etmektedirler.

1. Tıp ve Eczacılıkta Uygulanması:

➢ Rekombinant DNA teknolojisi tıp ve eczacılık endüstrisine yeniden şekil vermiştir. Bu teknoloji hem hastalıkların tanısı hem de eczacılık ürünlerinin geliştirilmesinde tıbbi yönden birçok katkı sağlamaktadır.

➢ Bu teknoloji genelde protein olmak üzere, yararlı pek çok eczacılık ürünün elde edilmesinde kullanılmaktadır. Şeker hastalığının tedavisinde kullanılan insülin hormonunun üretimi bu durumun en güzel örneklerinden biridir.

➢ İnsanlarda şeker hastalığı, pankreastan salgılanan insülin hormonunun yetersizliğinde ortaya çıkar. Daha önceleri bu hastalığın tedavisinde domuz ya da sığırlardan elde edilen ve insan insülini ile aynı olmayan insülin hormonu kullanılmaktaydı. Bu yolla elde edilen insülinin hem maliyeti çok yüksekti hem de insanlarda bazı alerjik durumlara neden olabiliyordu. Günümüzde bu sorunlar rekombinant DNA tekniği ile çözülmüş durumdadır. Bu teknikle sağlıklı bireylerden izole edilen insülin genleri klonlanarak E.coli bakterilerine aktarılır. Daha sonra bu rekombinant bakterilerin ürettiği insülin hormonu saflaştırılarak şeker hastalarının tedavisinde kullanılır.

➢ Büyüme dönemindeki çocuklarda büyüme hormonunun az salgılanması sonucunda cücelik hastalığı oluşur. Eskiden sadece kadavraların hipofiz bezinden çok büyük zorluk ve masraflarla elde edilen bu hormon, artık bu teknoloji ile çok miktarda ve ucuza üretilebilmektedir. Mikrobik hastalıklara karşı kullanılan antibiyotik ve interferonlar da gen transferi yapılan bakterilerden elde edilen eczacılık ürünleri arasındadır.

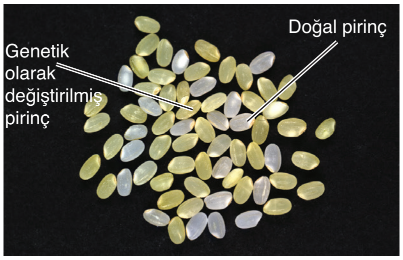
➢ Bu teknoloji aynı zamanda hastalıkların teşhisi alanında da yaygın bir kullanıma sahiptir. Ayrıca bu hastalıkların gen tedavisi ile düzeltilmesi konusunda araştırmalar devam etmektedir. Gen tedavisi etik ve sosyal açıdan birçok sorunu beraberinde getirdiğinden, bu konudaki çalışmalar sıkı bir denetim altındadır.

2. Tarımda Uygulanması:

➢ Biyoteknoloji endüstrisi, tarım bitkilerinin besin değerini artırmak, böcek ve herbisitlere karşı direnç sağlayan genleri transfer ederek tarım bitkilerini güçlendirmek için rekombinant DNA metodlarını kullanmaktadır.

➢ Gelişen teknikler farklı bitki türleri arasında gen transferleri ile bitkilerin besinsel değerinin artırılmasına olanak sağlamaktadır. Bunun en güzel örneklerinden bir tanesi "altın pirinç" tir. Doğal pirinç A vitamininden yoksundur. Pirincin temel besin kaynağı olduğu ülkelerdeki birçok çocukta A vitamini eksikliğine bağlı

olarak körlük oluşmaktadır. Genetik mühendisleri bu durumu değiştirmek için nergis çiçeğinden izole ettikleri genleri bakteriler aracılığı ile pirinç bitkisine aktararak "altın pirinç" adı verilen transgenik pirinç bitkisini üretmişlerdir. Bu bitki A vitamini yapımında kullandığımız beta karoteni içeren sarı pirinç tanelerini üretmektedir. Başlıca gıdası pirinç olan dünya popülasyonunun yarısında, A vitamini eksikliğini önlemek için altın pirinç bir umut ışığı olmuştur.



Doğal pirince benzemeyen "altın pirinç": *Fotoğrafta görülen altın pirinç tanelerindeki beta karoten, hem renk oluşumundan hem de pirincin besin değerinin artışından sorumludur.*

- Tarımın en önemli sorunlarından biri ürüne yüksek oranda zarar veren böceklerle mücadeledir. Bu amaçla böcek öldürücü ilaçlar kullanılır. Ancak bu ilaçların uzun süreli kullanımı çevre kirliliği yaratarak insan sağlığını tehdit etmekte ve böceklerde direnç kazanma gibi sorunlara yol açmaktadır. Bu sorunları ortadan kaldırmak için rekombinant DNA teknolojisi kullanılarak böceklere dirençli bitkiler elde edilir. Örneğin bir bakteri toksini belirli böcekleri öldürürken, hayvanlara ve insanlara zarar vermez. Toksini oluşturan gen, bakteri plazmidi aracılığıyla bitkilere aktarılır ve bunun sonucunda böceklere dirençli pamuk, tütün ve domates gibi transgenik bitkiler elde edilir. Böylece böcek öldürücü ilaçların kullanımı azaltılarak, doğadaki ekolojik dengenin bozulması engellenebilir.
- Tarımsal alanlardaki diğer bir sorun ise yabani otlardır. Bu otlar ile mücadelede yaygın olarak ot öldürücü ilaçlar (herbisitler) kullanılmaktadır. Ancak bu ilaçlar sadece yabani otları öldürmemekte aynı zamanda kültür bitkilerine de ciddi zararlar vermektedir. Ot öldürücülere dayanıklılık genleri bakterilerden ya da doğal olarak dayanıklı bitkilerden izole edilerek kültür bitkilerine aktarılmaktadır. Böylece kültür bitkileri ot öldürücülere karşı direnç kazanmakta ve ürün kaybının önüne geçilmektedir.

3. Hayvanlarda Uygulanması:

- Gen mühendisliği çiftlik hayvanlarının tedavisinde kullanılan aşı ve büyüme hormonlarının yapımında rutin olarak kullanılmaktadır.
- Aynı zamanda bu yöntemler kullanılarak daha kaliteli yüne sahip bir koyun, az yağlı ete sahip bir sığır ya da daha kısa sürede gelişerek süt vermeye başlayan bir inek elde etmek mümkündür.
- Örneğin bilim insanları bir sığır ırkında fazla kas (yediğimiz etin büyük bir kısmını kas oluşturur) gelişimine neden olan bir geni izole ederek farklı ırklardaki sığırlara hatta koyunlara aktarmışlar ve böylece daha fazla et üreten transgenik organizmalar elde etmişlerdir.

Örnek Sorular

21. Rekombinant DNA teknolojisi ile üretilen "altın pirinç" bitkisi ile ilgili,

I. Nergis bitkisine ait bazı genleri taşır.

II. Kromozom sayısı normal pirinç bitkisinden azdır.

III. Ürettiği beta karotenden dolayı sarı renklidir.

yargılarından hangileri <u>yanlıştır</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I ve III

22. Aşağıdakilerden hangisi gen mühendisliğinin sağladığı yararlardan biri <u>değildir</u>?

A) Çevreye yayılan kimyasal maddelerin temizlenmesi

B) Transgenik bitkilerin ekiminin yaygınlaşması sonucu biyoçeşitliliğin azalması

C) Üstün genetik özelliklere sahip hayvanların üretilmesi

D) Genetik hastalıkların teşhis ve tedavisinin kolaylaşması

E) Bol ve kaliteli ürün veren bitkilerin oluşturulması

23. Bir mısır türünün böceklere karşı dirençli hale gelmesi sürecinde,

I. bakteri plazmitine antibiyotik direnç geni ile böceklere karşı direnç geninin aktarılması,

II. rekombinant DNA'ya sahip bakterinin bitkiye bulaştırılması,

III. bitki hücrelerinin bulunduğu ortama büyüme hormonu ve antibiyotiklerin ilave edilmesi

olayları hangi sıra ile gerçekleşir?

A) I - II - III B) I - III - II C) II - I - III D) II - III - I E) III - I - II

18	E	19	C	20	A

Örnek Sorular

24. Adli bir vakada elde edilen DNA molekülünün miktarı aşağıdaki yöntemlerden hangisi ile artırılır?

A) Tam korunumlu DNA eşlenmesi

B) Amniyosentez

C) Polimeraz zincir reaksiyonu

D) Jel elektroforez

E) Mikroenjeksiyon

25. DNA parmak izi yöntemi,

I. babalık davaları,

II. suçluların tespiti,

III. türlerin karşılaştırılması

olaylarından hangilerinde kullanılabilir?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

26. Adli tıpta, güvenirliği çok yüksek olan "DNA parmak izi yöntemi", zanlıların suçluluğunun kanıtlanmasında ve babalık testlerinde kullanılmaktadır.

Bu yöntemin güvenilir olması DNA'nın aşağıda verilen özelliklerinden hangisine dayanmaktadır?

A) Sarmal yapıya sahip olması

B) Enzimlerle istenilen yerden kesilebilmesi

C) Laboratuvar ortamında çoğaltılabilmesi

D) Hücreden saf olarak elde edilebilmesi

E) Bazı bölgelerindeki baz dizilimlerinin bireye özgü olması

(2010 – LYS)

21	B	22	B	23	A

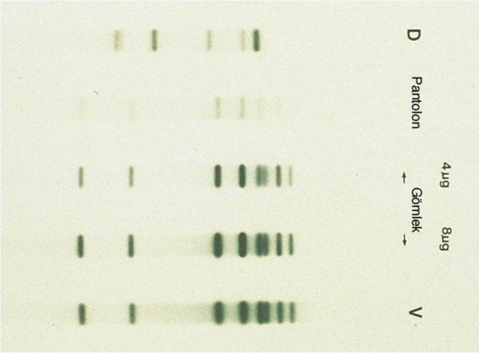
4. İnsanlarda Uygulanması:

- Kalıtsal hastalıkların kökeninin anlaşılması ve tedavi edilebilmesi, ancak insan genomunun tam anlamıyla deşifre edilmesiyle mümkün olacaktır. Bu amaçla 1990 yılında ABD ve Avrupa ülkelerinin katıldığı **"İnsan Genomu Projesi"** adı altında büyük bir çalışma başlatılmıştır.
- Uluslararası nitelikte olan bu proje üniversite ve araştırma enstitülerindeki 20 araştırma grubunun birlikte finanse edilmesiyle organize edilmiştir. Bu projedeki amaç yaklaşık üç trilyon baz uzunluğundaki haploit (n) insan genomunun DNA dizilimini bularak, gen haritasını çıkartmaktı. Proje 2003 yılında tamamlanmış ve bitmiş dizi yayınlanmıştır.
- Nükleotit dizilerinin aydınlatılması birçok hastalığın teşhis ve tedavisini kolaylaştıracağı, kalp ve kanser gibi ölümcül hastalıkların daha önceden teşhis edilip önlenebileceği düşünülmektedir.

5. Adli Uygulamaları:

- Her bireyin DNA nükleotit dizilimi kendine özgüdür. İnsan genomunun bu özelliği dikkate alınarak günümüzde suçluların tespitinde, babalık testlerinde ve toplum sağlığı gibi insanla ilgili birçok araştırmada kullanılan rekombinant DNA tekniğine dayalı **DNA parmak izi yöntemi** geliştirilmiştir.
- İnsan genomunda anlamlı ve anlamsız diziler bulunmaktadır. Anlamsız diziler herhangi bir proteini şifrelemeyen ve büyük çoğunluğu tekrar eden DNA dizilerinden oluşmaktadır. Tekrar edilen anlamsız dizilerin sayısı ve baz dizilimi bireyden bireye farklılık gösterir. Bu dizilerin çok az bir kısmı (%10–15) DNA parmak izi yöntemiyle genetik teşhislerde kullanılmaktadır. DNA parmak izi yönteminin basamakları aşağıda verilmiştir.
  - Bireyden alınan DNA örneği uygun restriksiyon enzimleri ile kesilir.
  - Tekrar edilen DNA parçaları PCR (polimeraz zincir reaksiyonu) yöntemiyle çoğaltılır.
  - Elde edilen DNA parçaları jele yüklenir ve elektroforez tekniği ile DNA'lar büyüklüklerine göre değişik uzaklıkta bantlar oluşturulur.
  - DNA'ya bağlanan bir boyanın ilave edilmesinden sonra, oluşan bantlar ultraviyole ışık altında floresan pembe renkli bir bant oluşturur.
- Oluşan bant profiline DNA parmak izi adı verilir. DNA kaynağı olarak bir bireyin hangi dokusu kullanılırsa kullanılsın oluşan DNA parmak izi aynı olur. Fakat bireyden bireye DNA parmak izi farklı olup farklı bant profilleri oluşturur. Günümüzde bu özellik adli vakalarda kullanılarak birçok suçlu tespit edilmektedir.

Aşağıda bir cinayet olayının aydınlatılması amacıyla kullanılan DNA parmak izi yöntemi gösterilmiştir.



➢ Bu araştırmada davalının kanı, davalının elbiselerinden alınan kan ve kurbanın kanının DNA parmak izleri çıkarılmıştır. Yukarıda da görüldüğü gibi davalının elbiseleri üzerindeki DNA, kurbanın DNA parmak izine uymakta, ancak davalının DNA parmak izinden farklılık göstermektedir. Bu durum davalının üzerindeki kanın kurbandan geldiğinin yani cinayeti davalının işlediğinin kanıtıdır.

BİYOGÜVENLİK VE BİYOETİK

➢ **Biyogüvenlik** terimi, transgenik ürünlerin olası risklerinin değerlendirilmesi ve kontrol altına alınması anlamına gelen, genel tanımıyla modern biyoteknolojinin insan sağlığı ve çevreye zarar vermeden uygulanmasını sağlamak için alınması gereken politik ve işlevsel önlemlerin tümü olarak tanımlanabilir.

➢ 2000 yılında aralarında Türkiye'ninde bulunduğu birçok ülke GDO'ları riskli olarak kabul eden Biyogüvenlik Protokolü üzerinde anlaşmışlardır. Bu protokole göre herhangi bir transgenik canlının kullanıma sunulmadan önce tam bir risk değerlendirilmesinin yapılması ve başka bir ülkeye ihraç edilmeden önce ithalatçı ülkenin onayının alınması sağlanmıştır.

➢ **Biyoetik**, biyoteknoloji ve gen teknolojisinde yaşanan gelişmelerin; insanın özgürlük ve onuru açısından etik anlamda meydana getirdiği sorunların irdelenmesi ve çözüm önerilerinin geliştirilmesi üzerinde çalışan bir disiplindir. Klonlama, organ, doku ve hücre bağışı, embriyolojik çalışmalar, kök hücre tedavileri, ilaç sanayi, kürtaj, yapay döllenme, gen aktarımı ile GDO üretimi gibi oldukça farklı konuyla ilgili araştırma sonuçları, sınırları ve kullanım ilkeleri biyoetiğin kapsama alanına girer.

Örnek Sorular

27. Genetik mühendisliği tarım bitkilerine,

I. hastalığa karşı duyarlı olma,
II. ürün miktar ve kalitesini artırma,
III. kurak ortamlarda yaşayabilme,
IV. böceklere karşı dirençli olma

özelliklerinden hangilerini kazandırmak için kullanılır?

A) I ve II B) II ve IV C) III ve IV
D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

28. Bir canlıda bulunan kök hücrelerin farklılaşması ile oluşan S ve P hücrelerinin,

I. DNA nükleotit dizilimi
II. aktif genleri
III. içerdikleri protein çeşitleri

özelliklerinden hangileri farklı olamaz?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

29. Karyotip hazırlama işleminde, bir hücredeki kromozomlar özel boyalarla boyandıktan sonra fotoğrafları çekilir ve homolog kromozomlar bir araya getirilir.

Karyotip analizinde, bir homolog kromozom çifti incelendiğinde aşağıdaki özelliklerden hangisinin aynı olmadığı görülebilir?

A) Kromozomların uzunluklarının
B) Kromozomların sentromerlerinin konumlarının
C) Kromozomların boyandıklarında gösterdikleri bant desenlerinin
D) Kromozomların lokuslarındaki genlerin konumlarının
E) Kromozomlar üzerindeki alellerin

(2013 – LYS)

24	C	25	E	26	E
27	D	28	A	29	E

DERS NOTLARI

1. TEST

1. **Bakteriler,**

I. çok hızlı üreme,

II. basit bir DNA yapısına sahip olma,

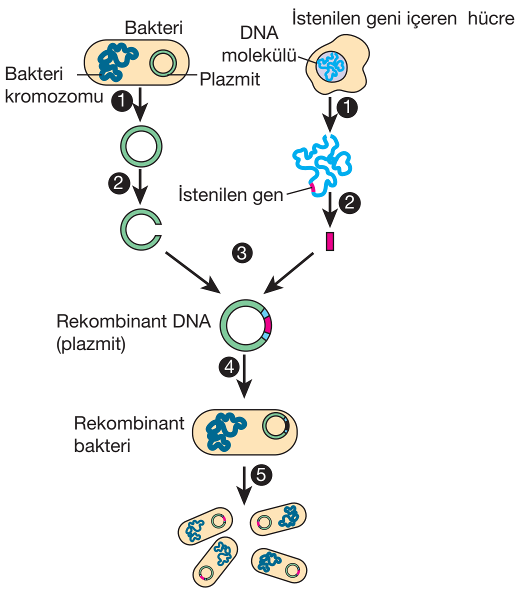
III. hücre zarının dışında hücre duvarı içerme

özelliklerinden hangilerinden dolayı biyoteknolojik uygulamalarda kullanılırlar?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

2.



Gen klonlamaya ait olan yukarıdaki şemada,

a. restriksiyon endonükleaz,

b. DNA ligaz

enzimlerinin kullanıldığı basamaklar aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	a	b
A)	1	5
B)	2	4
C)	3	4
D)	2	3
E)	3	5

3. Bir aileye ait olan dördüzlerden iki tanesi tek, diğer iki tanesi ise ayrı yumurta ikizidir.

Buna göre, bu dördüzlerin doğumu sırasında döllenen sperm ve yumurta sayısı aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	Sperm sayısı	Yumurta sayısı
A)	4	3
B)	2	2
C)	3	3
D)	3	4
E)	4	4

4. **Rekombinant DNA teknolojisi kullanılarak üretilen,**

I. hormon,

II. antibiyotik,

III. interferon

moleküllerinden hangileri insanlardaki hastalıkların tedavisinde kullanılır?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

5. **Bir domates bitkisinden doku kültürü yöntemiyle üretilen iki farklı domates bitkisinin,**

I. boy uzunluğu,

II. kromozom sayısı,

III. gen çeşidi,

IV. kütikula kalınlığı

özelliklerinden hangilerinin farklı olması mümkün <u>değildir</u>?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III

D) II ve IV E) III ve IV

6. **Rekombinant DNA teknolojisinde kullanılan plazmitler aşağıdaki canlı gruplarından hangisinde izole edilebilirler?**

A) Bakteri B) Mantar C) Bitki

D) Hayvan E) Protista

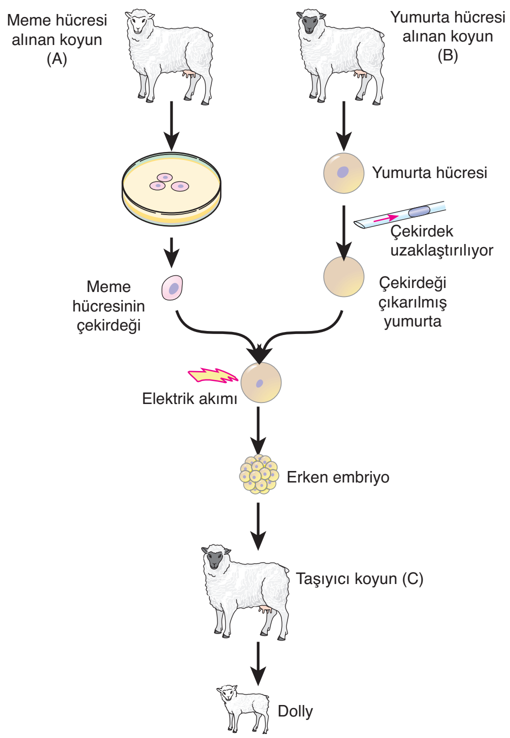
7. **Rekombinant DNA teknolojisinde,**

I. farklı kaynaklara ait DNA moleküllerinin birleştirilmesi,
II. rekombinant DNA'nın hedef hücreye aktarılması,
III. üzerinde çalışılmak istenen genleri içeren DNA moleküllerinin izolasyonu

basamakları hangi sıra ile gerçekleşir?

A) I - II - III B) I - III - II C) II - III - I
D) III - I - II E) III - II - I

8. Aşağıda Dolly'nin klonlanması şematize edilmiştir.



Şemaya göre Dolly ile ilgili,

I. Genetik olarak A koyunu ile özdeş yapıdadır.
II. Mitokondri DNA'sının nükleotit dizilimi B koyunu ile aynıdır.
III. Embriyolojik gelişimini C koyununun rahminde tamamlamıştır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

9. **Embriyonik kök hücreler,**

I. mitoz bölünme ile yeni hücreler oluşturabilme,
II. farklılaşarak belirli hücre çeşitlerine dönüşebilme,
III. diploit kromozom yapısına sahip olma

özelliklerinden hangileri ile normal vücut hücrelerinden ayırt edilebilirler?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

10. **DNA molekülüne ait olan,**

I. nükleotit diziliminin bireye özgü olması,
II. laboratuvar ortamında kendini eşleyebilmesi,
III. restriksiyon enzimleri ile kesilebilmesi

özelliklerinden hangileri bu molekülün DNA parmak izi yönteminde kullanılabilmesinin temel nedenidir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

11. **Hayvan ıslahında yararlanılan yöntemlerden biri olan yapay döllenme,**

I. daha iyi özelliklere sahip canlılar elde etme,
II. spermin yumurtayı dölleme şansını artırma,
III. döllenmeyi daha önceden belirlenen bir zaman diliminde gerçekleştirme

faydalarından hangilerini sağladığı için tercih edilebilir?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

12. **Biyoteknolojik yöntemler kullanılarak şeker hastaları için gerekli olan insülin hormonunun üretimi sırasında aşağıdakilerden hangisi yapılmaz?**

A) Sağlıklı bir bireye ait insülinin geninin özel enzimlerle kesilmesi
B) İnsülin geninin bakteriye ait plazmit DNA'nin içine yerleştirilmesi
C) İnsana ait DNA molekülünün izole edilmesi
D) Bakteriye ait plazmit DNA'nın enzimlerin denetiminde nükleotitlerine kadar parçalanması
E) Rekombinant DNA'ya sahip bakterinin besi yerinde klonlanması

1. B	2. D	3. C	4. E	5. C	6. A	7. D	8. E	9. B	10. A	11. E	12. D

Solunum

20. Ünite

Örnek Sorular

1. **ATP molekülü ile ilgili,**

I. Canlı olan tüm hücrelerde üretilir.

II. Beş karbonlu şeker olarak deoksiriboz içerir.

III. Yapısında iki tane yüksek enerjili fosfat bağı bulunur.

yargılarından hangileri doğru değildir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

2. **Aşağıdaki olaylardan hangisi katabolik bir tepkimedir?**

A) Fotosentez

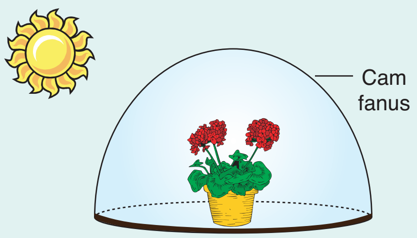
B) Protein sentezi

C) Aktif taşıma

D) Oksijenli solunum

E) Nişasta sentezi

3.



Yukarıdaki deney düzeneğinde bekletilen bir bitkinin yaprak hücrelerinde,

I. substrat seviyesinde fosforilasyon,

II. fotofosforilasyon,

III. oksidatif fosforilasyon

yöntemlerinden hangileri ile ATP üretilir?

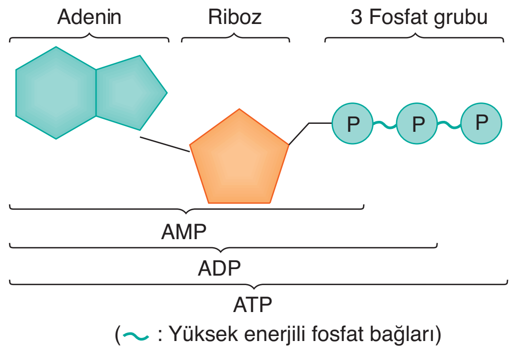
A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

Palme Yayınevi

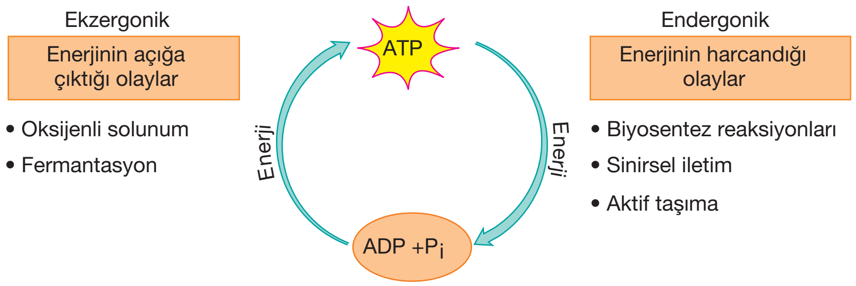
- Hücrede meydana gelen tepkimelerin tamamına **metabolizma** denir. Metabolizma anabolizma ve katabolizma olmak üzere ikiye ayrılır.
- Basit moleküllerin birleştirilerek daha karmaşık moleküllerin sentezlenmesine **anabolizma** denir. Bu olaylar sırasında ATP harcanır. Protein sentezi, fotosentez ve glikojen sentezi gibi reaksiyonlar anabolik reaksiyonlardır.
- Kompleks moleküllerin daha basit moleküllere yıkılarak enerjinin sağlandığı olaylara **katabolizma** denir. Oksijenli solunum ve fermantasyon katabolik tepkimelerdir.

A. ENERJİNİN TEMEL MOLEKÜLÜ ATP

- Tüm canlı hücrelerde metabolik olaylar için gerekli enerjiyi sağlayan molekül ATP'dir.
- ATP molekülü adenin adı verilen organik bir baz, beş karbonlu bir şeker olan riboz ve üç fosfat grubundan oluşur.



- ADP'ye bir fosfat grubu bağlanarak ATP sentezlenmesi olayına **fosforilasyon**, yıkımına ise **defosforilasyon** denir.
- Enerji açığa çıkaran tepkimelere **ekzergonik** (enerji veren) tepkime denir. Gerçekleşmesi için enerjiye ihtiyaç duyulan tepkimelere **endergonik** tepkime denir.
- Hücre, endergonik reaksiyonlar için gerekli olan ATP'yi ekzergonik reaksiyonlardan sağlar. Başka bir ifade ile ATP ekzergonik tepkimeler ile endergonik tepkimeler arasında bir köprü gibi görev yapar.



- Canlılar yaşamsal faaliyetleri için gerekli olan ATP'yi üç farklı yol ile üretirler:

1. Substrat seviyesinde fosforilasyon

2. Oksidatif fosforilasyon

3. Fotofosforilasyon

NOT: Substrat seviyesinde fosforilasyon tüm canlı hücrelerde ortak olarak gerçekleşir. Oksidatif fosforilasyon ile fotofosforilasyon bazı canlılarda gerçekleşir.

B. SOLUNUM

➢ Canlılar yaşamak için ihtiyaç duydukları enerjiyi besinlerden karşılarlar. Glikoz gibi organik moleküllerin enzimler yardımıyla parçalanarak ATP üretilmesi olayına **hücresel solunum** denir.

NOT: Soluk alıp vermek ile "hücresel solunum" birbirinden farklı olaylardır. soluk alıp verdiğimizde havadan O_2 alır, havaya CO_2 veririz ve bu olay akciğerlerimizde gerçekleşir. Hücresel solunum ise glikozun enzimler tarafından katalizlenen bir dizi kimyasal reaksiyonla hücrede parçalanarak enerji elde edilmesidir.

➢ Hücreler ATP üretmek için karbonhidrat, yağ ve protein gibi organik molekülleri kullanırlar. Fakat hücresel solunumda yaygın olarak kullanılan substrat glikozdur.

➢ Glikoz molekülünün hücre solunumuyla parçalanması, her basamağında farklı bir enzimin görev yaptığı bir dizi tepkime sonucunda kademeli olarak gerçekleşir. Bu süreçte açığa çıkan enerjinin bir kısmı ATP sentezinde kullanılırken büyük bir kısmı da ısı olarak hücreye yayılır. Hücreler, metabolik aktiviteleri için gerekli olan enerjiyi ATP molekülünden sağlarlar.

NOT: Glikozun kademeli olarak parçalanması ATP üretimini daha verimli hale getirir. Glikozun parçalanması bir anda gerçekleşseydi üretilen ATP miktarı azalıp açığa çıkan ısı miktarı artardı. Bu durum hücrelerin ölümüne neden olurdu.

➢ Organik monomerlerin parçalanarak ATP üretilmesinde fermantasyon, oksijenli solunum ve oksijensiz solunum olarak adlandırılan üç farklı katabolik yol kullanılır.

➢ **Fermantasyon**, organik besinlerin oksijen kullanılmaksızın kısmen yıkıldığı katabolik bir süreçtir. Bununla birlikte en yaygın ve etkin katabolik yol organik moleküllerin oksijen varlığında parçalandığı **oksijenli solunum**dur. Prokaryot ve ökaryot yapıdaki organizmaların çoğu ihtiyaç duyduğu ATP'yi oksijenli solunum ile üretir. Bazı prokaryotlar, oksijen kullanmadan enerji üretimi sağlayan benzer bir süreçle ATP üretirler. Bu olaya **oksijensiz solunum** adı verilir. Oksijensiz solunumda son elektron yakalayıcı olarak oksijen dışındaki inorganik bir molekül kullanılır.

I. OKSİJENLİ SOLUNUM

➢ Organik moleküllerin oksijen varlığında bir dizi tepkime ile karbondioksit ve suya parçalanıp ATP elde edilmesine **oksijenli solunum** denir.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{Enerji (ATP + Isı)}$$

Aşağıda bu tepkimelerin genel özellikleri verilmiştir:

- Prokaryot canlılarda sitoplazmada başlar, hücre zarının iç yüzeyinde tamamlanır.
- Ökaryot hücrelerde sitoplazmada başlayıp mitokondride tamamlanır. Mitokondri çift zarlı bir organeldir. Dıştaki zar düz, içteki zar ise kıvrımlıdır. İki zar arasında zarlar arası boşluk bulunur. İç zarın oluşturduğu kıvrımlara krista adı verilir. İç zar ile çevrelenmiş olan sıvı dolu alana matriks denir. Krista ve matrikste oksijenli solunum enzimleri bulunur.

Örnek Sorular

4. Aşağıdaki tepkimelerden hangisinde ATP sentezi gerçekleşmez?

A) Etil alkol fermantasyonu

B) Fotosentez

C) Laktik asit fermantasyonu

D) Nişasta sentezi

E) Oksijenli solunum

5. Hücresel solunum olayı ile ilgili,

I. Her basamağında farklı bir enzimin görev yaptığı bir dizi tepkimeler zinciridir.

II. Organik monomerlerin kademeli olarak parçalanmasını sağlar.

III. Süreç içinde açığa çıkan enerjinin tamamı ATP sentezinde kullanılır.

yargılarından hangileri doğru değildir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

6. Bir bitki hücresine ait olan,

I. kloroplast,

II. sitoplazma,

III. mitokondri

yapılarından hangilerinde oksijenli solunuma ait bazı tepkimeler gerçekleşir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

1	A	2	D	3	E

Örnek Sorular

7. **Oksijenli solunum yapan bir hücrede,**

I. NAD^+ koenzimi,

II. mitokondri,

III. elektron taşıma sistemi,

IV. FAD koenzimi

yapılarından hangileri bulunmak <u>zorundadır</u>?

A) I ve II B) III ve IV C) I, II ve IV D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

8. Atomları radyoaktif işaretli glikoz molekülünün kullanıldığı oksijenli solunumun genel denklemi aşağıda verilmiştir.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 32ATP$$

Buna göre,

I. Atmosferden alınan oksijen atomları karbon dioksitin yapısına katılır.

II. Glikozun yapısındaki hidrojen atomları suyun yapısına katılır.

III. Glikozun yapısındaki karbon atomları karbon dioksitin yapısına katılır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

9. **İnsan hücrelerinde meydana gelen oksijenli solunum tepkimeleri ile ilgili,**

I. Sitoplazmada başlayıp mitokondride tamamlanır.

II. Ara ürünlerden kopan hidrojenlerin tamamı NAD^+ koenzimi tarafından yakalanır.

III. Sadece oksidatif fosforilasyon ile ATP üretilir.

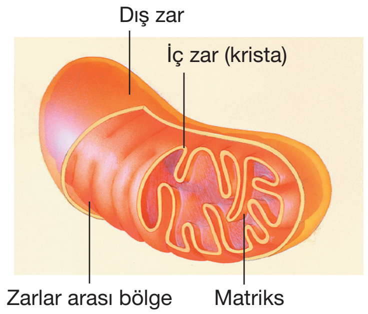
IV. Organik besinlerdeki enerjinin bir kısmı ATP üretiminde kullanılırken, bir kısmı ısı olarak hücreye yayılır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve III B) I ve IV C) II ve III D) II ve IV E) III ve IV

4	D	5	B	6	E

Palme Yayınevi



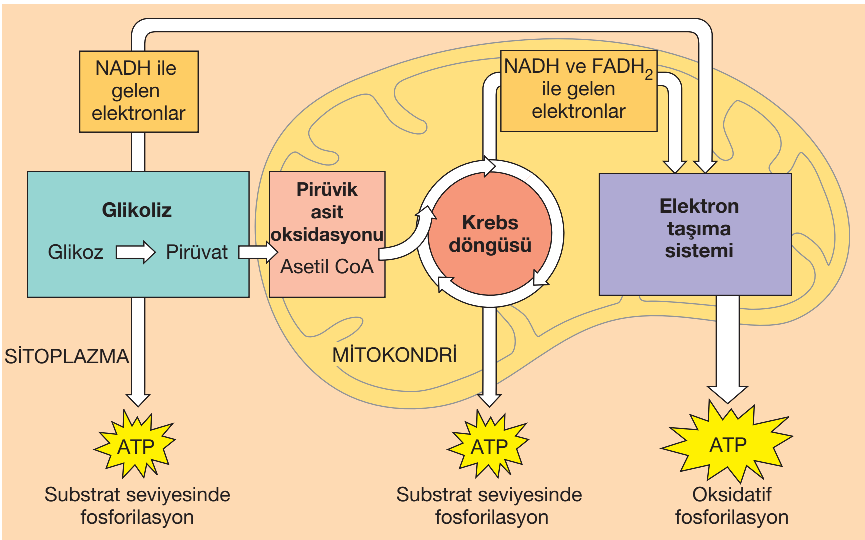
Mitokondrinin yapısı

- Ara ürünlerden kopan hidrojen atomları NAD^+ ve FAD koenzimleri ile yakalanarak ETS'ye taşınır.
- ATP üretimi substrat seviyesinde fosforilasyon ve oksidatif fosforilasyon ile gerçekleşir.
- Son ürün olarak CO_2, H_2O ve ATP oluşur. Oluşan CO_2'nin yapısına glikozdan karbon (C) ve oksijen (O) atomları; H_2O'nun yapısına ise glikozdan hidrojen (H) ve atmosferden oksijen (O) atomları katılır.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{Enerji}$$

➢ Oksijenli solunum glikoliz, pirüvik asit oksidasyonu, Krebs döngüsü ve elektron taşıma sistemi (ETS) olmak üzere dört evrede gerçekleşir. Ökaryot hücrelerde,

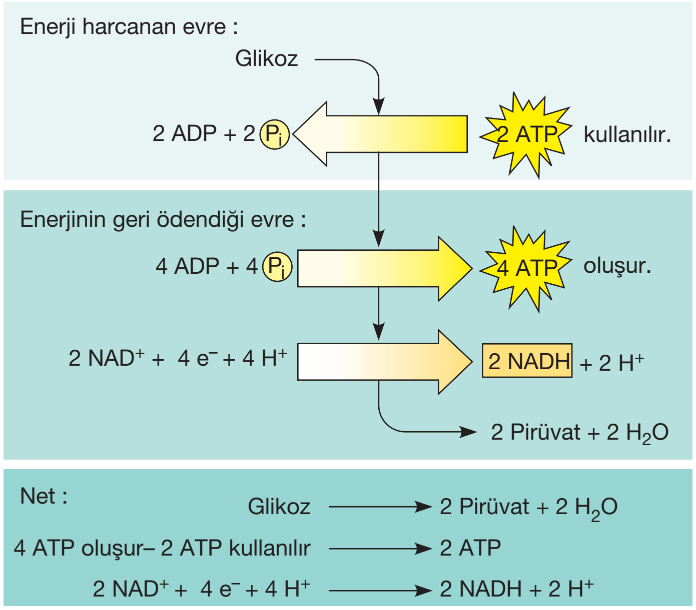
- glikoliz ⟶ sitoplazmada,
- pirüvik asit oksidasyonu ⟶ mitokondrinin matriks sıvısında,
- krebs döngüsü ⟶ mitokondrinin matriks sıvısında,
- elektron taşıma sistemi ⟶ mitokondrinin krista zarında gerçekleşir.



Oksijenli solunumun genel görünümü

1. Glikoliz :

- Glikozun çeşitli enzimler yardımıyla üç karbonlu iki molekül pirüvik asite kadar yıkımına **glikoliz** denir.
- Glikoliz oksijenli solunum, oksijensiz solunum ve fermantasyonda ortak olup tüm canlı hücrelerde sitoplazmada gerçekleşir.
- Glikoliz olayı, enerji harcanan evre ve enerjinin geri ödendiği evre olmak üzere ikiye ayrılabilir:
  - Enerji harcanan evrede, glikozun aktivasyonu için 2 molekül ATP harcanır.
  - Enerjinin geri ödendiği evrede ise substrat seviyesinde fosforilasyon ile 4 molekül ATP üretilir. Ayrıca ara ürünlerden kopan hidrojen atomları ve elektronlar NAD^+ koenzimi tarafından yakalanır ve 2NADH molekülü oluşur (NAD^+ indirgenir).
  - Glikoliz tepkimeleri 2 molekül pirüvat oluşumu ile sonlanır.



Glikolizdeki enerji girdisi ve çıktısı

Not: Glikolizde oluşan pirüvat ve NADH molekülleri mitokondrinin matriks sıvısına geçer.

2. Pirüvik Asit Oksidasyonu :

- Glikoliz sonucu oluşan pirüvik asit mitokondrinin iç zarında bulunan özel taşıyıcı proteinler yardımıyla mitokondrinin matriks sıvısına geçer ve sırasıyla aşağıdaki basamaklar gerçekleşir.
  - Her pirüvattan birer molekül CO_2 açığa çıkar.
  - NAD^+ koenzimi indirgenerek NADH molekülüne dönüşür.
  - Koenzim A'nın (CoA) tepkimeye girmesiyle asetil CoA molekülü oluşur.

Not: Bir molekül glikozdan 2 pirüvat molekülü oluştuğu için bu evrede $2CO_2$, 2NADH ve 2 asetil CoA molekülü üretilir.

Örnek Sorular

10. Oksijenli solunumun glikoliz evresinde aşağıdaki olaylardan hangisi <u>gerçekleşmez</u>?

A) Substrat seviyesinde fosforilasyon ile ATP üretimi

B) Glikozun üç karbonlu bir molekül olan pirüvata dönüşümü

C) Glikoz molekülünün aktivasyonu için ATP harcanımı

D) Glikozun kademeli olarak parçalanması

E) FAD koenziminin indirgenmesi sonucu $FADH_2$ oluşumu

11. Bir hayvan hücresindeki glikoliz, Krebs döngüsü ve elektron taşıma sistemi olayları hücrenin hangi kısımlarında gerçekleşir?

	Glikoz	Krebs Döngüsü	Elektron Taşıma Sistemi
A)	Çekirdek	Mitokondri	Hücre zarı
B)	Çekirdek	Sitoplazma	Endoplazmik retikulum
C)	Sitoplazma	Çekirdek	Mitokondri
D)	Sitoplazma	Mitokondri	Mitokondri
E)	Hücre zarı	Endoplazmik retikulum	Endoplazmik retikulum

(2012 - LYS)

12. Glikoliz tepkimeleri ile ilgili,

I. Fotosentez ve oksijenli solunumun ortak basamağıdır.

II. Prokaryot hücrelerin sitoplazmasında, ökaryot hücrelerin mitokondri organelinde gerçekleşir.

III. Endergonik bir tepkime zinciridir.

yargılarından hangileri <u>yanlıştır</u>?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

7	D	8	D	9	B

Örnek Sorular

13. **Oksijenli solunum tepkimelerinde,**

I. asetil CoA,

II. pirüvat,

III. okzaloasetik asit

molekülleri hangi sıra ile oluşur?

A) I - II - III B) II - III - I C) II - I - III

D) III - II - I E) III - I - II

14. **Krebs çemberinde gerçekleşen olaylar göz önüne alındığında aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?**

A) Krebs çemberinde, $FADH_2$ sentezi gerçekleşir.

B) Hücre solunumunda ortaya çıkan $NADH_2$ moleküllerinin çoğu Krebs çemberinde sentezlenir.

C) Tepkime basamaklarının her birinde farklı bir enzim görev alır.

D) Krebs çemberinde oluşan bir organik molekül, bir sonraki basamağın substratıdır.

E) Krebs çemberinde çıkan karbondioksitteki oksijenin kaynağı, solunumla alınan oksijendir.

(2011 - LYS)

15. **Glikolizde ve Krebs döngüsünde;**

I. NADH + H^+ oluşumu,

II. CO_2 oluşumu,

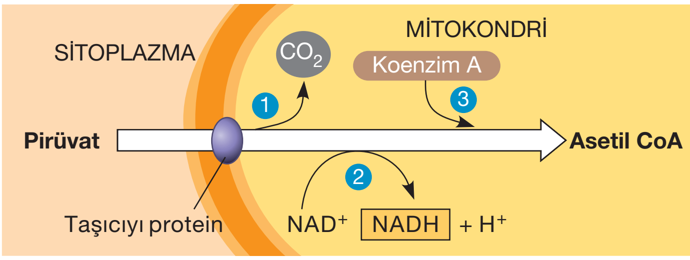
III. $FADH_2$ oluşumu

olaylarından hangilerinin ortak olduğu görülür?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

10	E	11	D	12	E



Pirüvik asit oksidasyonu

3. Krebs Döngüsü (Sitrik Asit Döngüsü) :

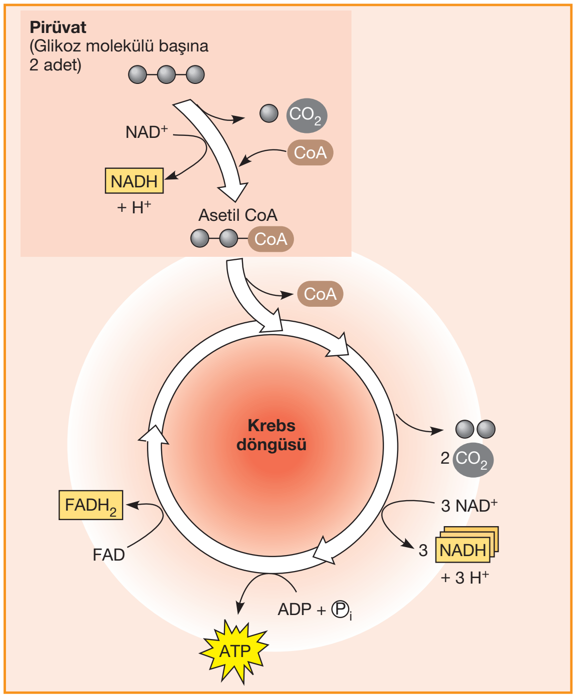
➢ Dört karbonlu bir molekül olan okzaloasetik asitin iki karbonlu bir molekül olan asetil CoA ile birleşip sitrik asitin oluşmasıyla başlar.

Bu döngüde aşağıdaki olaylar gerçekleşir:

- İki farklı basamakta CO_2 çıkışı gözlenir.
- Substrat seviyesinde fosforilasyonla ATP sentezlenir.
- Ara ürünlerden ayrılan hidrojen ve elektronlar NAD^+ ve FAD koenzimleri tarafından yakalanarak NADH ve $FADH_2$ molekülleri oluşur. (NAD^+ ve FAD indirgenir).
- Dört karbonlu bir molekül olan okzaloasetik asitin yeniden oluşması ile döngü tamamlanır. Böylece döngünün sürekliliği sağlanır.

NOT: İki molekül asetil CoA ile başlayan Krebs döngüsü tepkimelerinde $4CO_2$, 2ATP, $2FADH_2$ ve 6NADH + $6H^+$ molekülü oluşur.

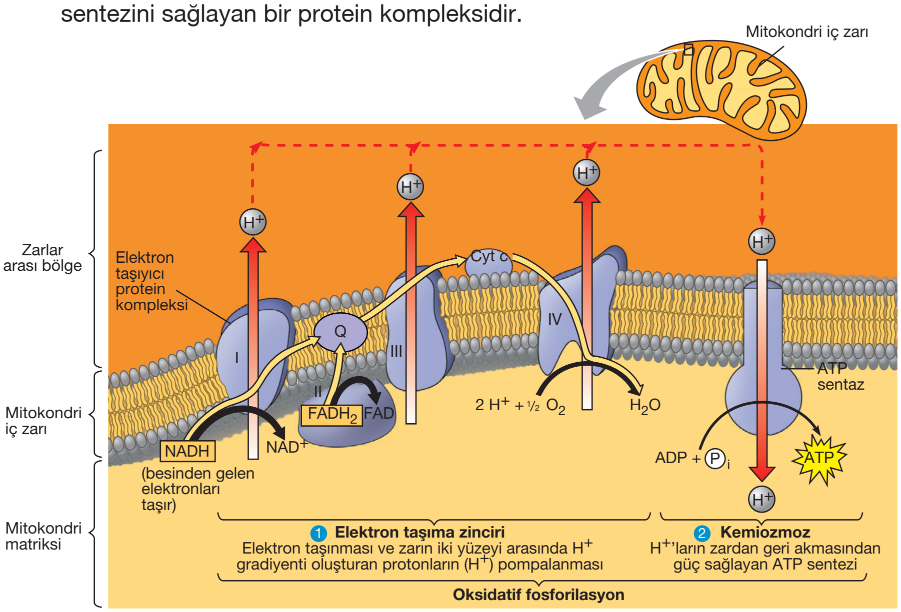
NOT: Glikoliz ve Krebs döngüsü tepkimelerinde substrat seviyesinde fosforilasyon ile ATP üretimi ve NAD^+ koenziminin indirgenmesi ortak olarak gerçekleşir. FAD koenziminin indirgenmesi ve CO_2 çıkışı Krebs döngüsünde görülürken, glikoliz evresinde görülmez.



Pirüvat oksidasyonuna ve sitrik asit döngüsüne genel bakış

4. Elektron Taşıma Sistemi (ETS) :

- Hücreler ihtiyaç duydukları ATP moleküllerinin çoğunu oksidatif fosforilasyon ile üretirler.
- Oksidatif fosforilasyon, mitokondrinin iç zarında gerçekleşir. İç zar, kristalar oluşturacak şekilde kıvrımlar yaparak yüzey alanını genişletmiştir. Bu adaptasyon oksijenli solunum tepkimelerinin daha hızlı gerçekleşmesini sağlar.
- Mitokondrinin iç zarında oksidatif fosforilasyonu gerçekleştiren enzimler, elektron taşıma sistemi (ETS) elemanları ve ATP sentaz enzimi bulunur.
- ETS'de dört özel protein grubu vardır ve bu moleküller elektron isteği (elektronegatiflik) en az olandan en çok olana doğru sıralanmışlardır.
- Oksijen molekülü son elektron yakalayıcısı olarak görev yapar. İç zara gömülü olarak bulunan ATP sentaz, ADP molekülüne inorganik fosfat ekleyerek ATP sentezini sağlayan bir protein kompleksidir.



Kemiozmotik hipoteze göre ETS'de elektron taşınması ve ATP sentezi

- Mitokondrideki oksidatif fosforilasyon kemiozmoz mekanizmasıyla gerçekleşir. Kemiozmoz, ETS'deki elektron taşınmasıyla ATP sentezini eşleştiren bir mekanizmadır. Kemiozmotik mekanizmaya göre ATP sentezi aşağıdaki gibi gerçekleşir:
  - Glikoliz, pirüvik asit oksidasyonu ve Krebs döngüsü sırasında sentezlenmiş olan NADH ve $FADH_2$ molekülleri, mitokondrinin iç zarındaki ETS sistemine gelince sırasıyla NAD^+ ve FAD moleküllerine yükseltgenirler. NADH'ın elektronları I numaralı kompleks ile $FADH_2$'nin elektronları ise II numaralı kompleks ile ETS'ye aktarılır.
  - Yükseltgenme işlemi sırasında açığa çıkan elektronlar ETS sistemine; protonlar ise matriks sıvısına bırakılır.
  - Bu yüksek enerjili elektronlar bir dizi yükseltgenme indirgenme reaksiyonları ile ETS birimlerinde taşınarak elektron isteği en fazla molekül olan oksijene aktarılır.

Örnek Sorular

16. Oksijenli solunumun ETS elemanları ile ilgili,

I. Mitokondrinin iç zarında bulunurlar.

II. Elektron isteği en çok olandan en az olana doğru sıralanırlar.

III. Görevlerini tamamladıklarında yükseltgenmiş olarak kalırlar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

17. Ökaryot canlıların oksijenli solunumunda,

I. glikozun sitoplazmada belirli moleküllere kadar yıkılması,

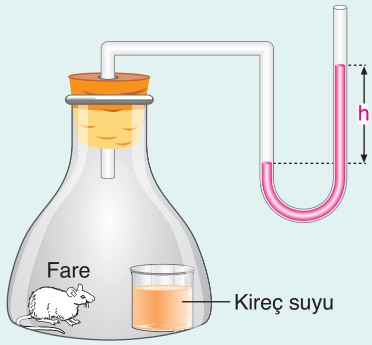
II. enerji elde etmede kullanılacak moleküllerin mitokondrilere geçmesi,

III. moleküllerin enzimlerle CO_2 ve H_2O ya kadar parçalanması

olaylarının gerçekleşme sırası aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) I - II - III B) II - I - III C) II - III - I D) III - I - II E) III - II - I

18.



Yukarıdaki deney düzeneğinde farenin gerçekleştirdiği oksijenli solunuma bağlı olarak,

I. U borusundaki h yüksekliğinin azalması,

II. kireç suyunun bulanması,

III. deney düzeneğindeki CO_2/O_2 oranının artması

değişimlerinden hangileri gerçekleşir?

(CO_2 + kireç suyu → **bulanma)**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

13	C	14	E	15	A

Örnek Sorular

19. **Oksijenli solunumun ETS evresinde,**

I. ATP,
II. CO_2,
III. H_2O

moleküllerinden hangileri üretilir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

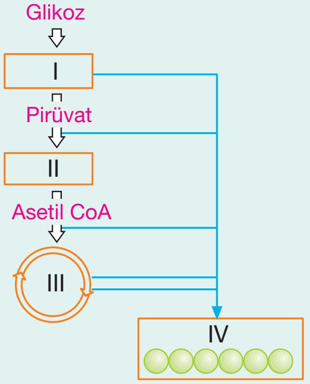
20. **Oksidatif fosforilasyonda görev yapan ATP sentaz enzimi ile ilgili,**

I. Hidrojen iyonlarının zarlar arası bölgeden matriks sıvısına geçişini sağlar.
II. Mitokondrinin kıvrımlı zarı olan kristada bulunur.
III. Hidrojen iyonlarının çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçmesini sağlar.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

21. Aşağıdaki şemada oksijenli solunum evreleri numaralandırılarak verilmiştir.



Bu evreler ile ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi doğru <u>değildir</u>?

A) Ökaryot hücrelerde III ve IV nolu tepkimeler mitokondride gerçekleşir.
B) I nolu evre glikoliz olup tüm canlı hücrelerde ortaktır.
C) I ve II nolu evrelerde karbon dioksit çıkışı olur.
D) NAD^+ koenzimi I, II ve III nolu evrelerden IV nolu evreye proton ve elektron taşır.
E) IV nolu evrede gerçekleşen tepkimeler sonucunda su oluşur.

16	C	17	A	18	E

Palme Yayınevi

- Bu aktarımlar sırasında elektronun enerjisi kademeli olarak azalır. Bu enerjinin bir kısmı ısıya dönüşürken, bir kısmı da protonların (H^+) matriks sıvısından mitokondrinin iç ve dış zarı arasındaki boşluğa pompalanmasında kullanılır. Bu pompalamada ETS'de yer alan elektron taşıyıcı proteinlerden bazıları görev yapar.
- Böylece zarlar arası bölgedeki proton (H^+) derişimi, matriksteki proton derişiminden yüksek hale gelir.

Not: Proton (H^+) birikiminden dolayı zarlar arası bölge matrikse göre daha pozitif olup pH değeri daha düşüktür.

- Protonlar (H^+), derişimlerinin yüksek olduğu zarlar arası bölgeden ATP sentaz içindeki özgül bir kanal aracılığı ile matriks sıvısına akarken ADP'ye inorganik fosfat (P_i) eklenerek ATP sentezlenir. Bu sırada protonların (H^+) oksijenle birleşmesi sonucu su oluşur.
- Kemiozmotik modele göre organik moleküllerdeki bir çift elektronun NADH aracılığı ile ETS'ye gönderilmesi durumunda 2,5 ATP üretilirken, elektronların $FADH_2$ aracılığı ile ETS'ye gönderilmesi durumunda 1,5 ATP üretilir.
- Bu bağlamda bir glikoz molekülünün kullanıldığı oksijenli solunum ETS'sinde oksidatif fosforilasyon ile 28 ATP üretilir. Hücrenin net ATP kazancı ise 32 ATP olur.

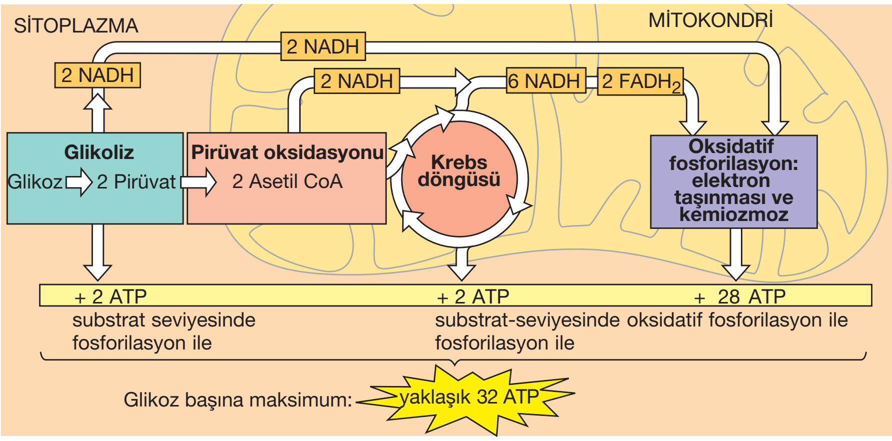
Not: Oksijenli solunumun elektron taşıma sisteminde, oksidatif fosforilasyon ile ATP sentezi ve H_2O oluşumu gerçekleşir.

➢ Aşağıdaki tabloda ökaryot hücrelerdeki oksijenli solunumun evreleri karşılaştırılmıştır:

Özellik \ Evre	Glikoliz	Pirüvik asit oksidasyonu	Krebs döngüsü	ETS
ATP harcanımı	Var	Yok	Yok	Yok
NAD^+ ın indirgenmesi	Var	Var	Var	Yok
FAD ın indirgenmesi	Yok	Yok	Var	Yok
SSF	Var	Yok	Var	Yok
OF	Yok	Yok	Yok	Var
CO_2 üretimi	Yok	Var	Var	Yok

(SSF ⟶ Substrat seviyesinde fosforilasyon; OF ⟶ Oksidatif fosforilasyon)

Not: Bir glikoz molekülünün oksijenli solunum ile parçalanması durumunda hücrenin kazanacağı net ATP miktarı 30 ya da 32 olabilir. ATP sayısındaki bu farklılık, sitoplazmada glikoliz ile oluşan 2 NADH molekülünün farklı hücrelerde ETS'ye farklı mekanizmalar ile aktarılmasından kaynaklanır.



Oksijenli solunumda bir glikoz molekülünden elde edilen ATP verimi

BESİNLERİN OKSİJENLİ SOLUNUMA KATILMA YOLLARI

- Bu bölümde glikozun substrat olarak kullanıldığı oksijenli solunum mekanizmalarını inceledik. Fakat vücudumuza çok az miktarda serbest glikoz alırız. Tükettiğimiz besinlerin içinde polisakkarit (nişasta ve glikojen), disakkarit (sükroz ve laktoz), protein ve yağ gibi maddeler bulunur. Vücuda alınan kompleks organik maddeler hidroliz ile monomerlerine dönüştükten sonra solunum tepkimelerine katılabilirler.

- Polisakkarit şeklinde vücuda alınan karbonhidratlar sindirim sonucu glikoza dönüşür. Disakkaritlerin sindirimi sonucu glikoz, fruktoz ve galaktoz oluşur. Fruktoz ve galaktoz izomeraz adı verilen enzimlerle glikoza dönüştürülür. Glikoz, glikoliz ile başlayan bir süreçle oksijenli solunum tepkimelerine katılır.

- Yağlar, hidroliz tepkimeleri ile gliserol ve yağ asitlerine parçalanırlar. Gliserol, gliseraldehit 3-fosfata dönüşerek glikoliz tepkimelerine katılır. Yağ asitleri ise beta oksidasyon olarak adlandırılan bir olayla iki karbonlu bir molekül olan asetil CoA moleküllerine dönüşür. Asetil CoA molekülleri Krebs döngüsüne girerek oksijenli solunuma katılır. Beta oksidasyonu sırasında NADH ve $FADH_2$ molekülleri de üretilir ve bunlar ATP sentezinde kullanılır.

NOT: Yağlar karbonhidratlara göre daha çok sayıda hidrojen atomu içerdiğinden, beta oksidasyonu sırasında çok fazla miktarda NADH ve $FADH_2$ molekülü üretilir. Bu moleküllerin ETS'ye taşınımı ile daha fazla miktarda ATP ve su üretimi gerçekleşir.

- Proteinlerin hidrolizi sonucu oluşan 20 çeşit amino asit farklı basamaklardan oksijenli solunum tepkimelerine katılır. Amino asit moleküllerinden deaminasyon olarak adlandırılan bir tepkime ile amonyak (NH_3) molekülü ayrılır. Geri kalan kısım ise pirüvik asit, asetil CoA ya da sitrik asit döngüsündeki bir maddeye dönüşerek oksijenli solunuma katılır.

Örnek Sorular

22. Oksijenli solunumun,

I. glikoliz,
II. krebs çemberi,
III. elektron taşıma sistemi

evrelerinde üretilen ATP miktarının azdan çoğa doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

A) I - II - III B) I - III - II C) II - I - III
D) II - III - I E) III - I - II

23. Ortamda, mitokondri iç zarında yer alan ATP sentazın işlevini tamamen durduran özgül bir madde bulunduğunda, aşağıdakilerden hangisinin gerçekleşmesi beklenir?

A) Karbondioksit çıkışı artar.
B) Oksijen kullanımı durur.
C) Mitokondri iç zarının iki yüzeyi arasındaki pH farkı artar.
D) Elektron taşıma sisteminde proton pompalanması hemen durur.
E) Elektron taşıma sistemindeki elektron akışı hemen durur.

(2014 - LYS)

24. Oksijenli solunumun,

I. glikoliz,
II. krebs döngüsü,
III. elektron taşıma sistemi

evrelerinden hangilerinde substrat seviyesinde fosforilasyon gerçekleşir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

19	C	20	E	21	C

Örnek Sorular

25. **Aşağıdakilerden hangisi enerji kaynağı olarak ATP'nin kullanıldığı anabolik olaylardan biridir?**

A) Pirüvik asidin asetil CoA'ya dönüşmesi

B) Amino asitlerden protein sentezi

C) Monosakkaritlerin pirüvik aside dönüşmesi

D) Asetil CoA'nın Krebs döngüsüne katılması

E) Krebs döngüsünden CO_2 çıkışı

(2017 - LYS)

26. **Oksijenli solunum reaksiyonlarında aşağıdakilerden hangisi kullanılan substrat çeşidine bağlı olarak değişmez?**

A) Üretilen ATP miktarı

B) Tüketilen O_2 sayısı

C) Fosforilasyon çeşidi

D) İndirgenen NAD^+ koenzimi sayısı

E) Açığa çıkan yan ürün çeşidi

27. **Gliserol ve amino asitlerin kullanıldığı oksijenli solunum tepkimelerinde,**

I. amonyak,

II. su,

III. karbon dioksit

moleküllerinden hangileri ortak olarak oluşmaz?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

28. **Aşağıdaki moleküllerden hangisi oksijenli solunum tepkimelerinde substrat olarak kullanılamaz?**

A) Glikoz

B) Yağ asiti

C) Gliserol

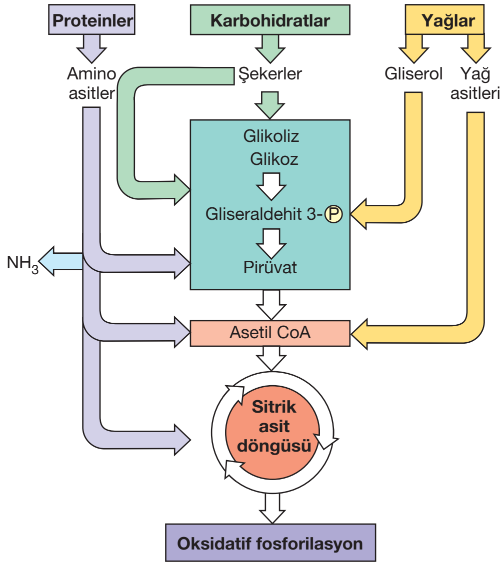
D) Vitamin

E) Amino asit

22	C	23	C	24	B

Not: Karbonhidratlar ve lipitler solunum tepkimelerinde kullanıldığında CO_2 ve H_2O oluşur. Proteinlerin kullanıldığı solunum tepkimelerinde ise CO_2, H_2O ve NH_3 oluşur.

Not: Amonyak çok zehirli bir moleküldür. Balık gibi bazı hayvanlar bu amonyağı suyla seyrelterek vücudundan uzaklaştırır. Bazı hayvanlar (sürüngen, kuş, memeli) ise su kaybını azalmak için amonyağı daha az zehirli olan üre ya da ürik aside dönüştürerek boşaltımla vücuttan uzaklaştırır.



Farklı organik moleküllerin oksijenli solunum tepkimelerine katılım basamakları

II. OKSİJENSİZ SOLUNUM

➢ Bazı bakterilerin hücre solunumunda, ETS'de son elektron tutucu molekül olarak oksijen yerine kükürt, demir ve sülfat gibi maddeleri kullanarak ATP sentezlemesine **oksijensiz solunum** denir.

Not: Oksijenli ve oksijensiz solunumda ETS kullanılırken, fermantasyon tepkimelerinde ETS kullanılmaz.

➢ Kükürt, nitrat, sülfat ve demir gibi moleküllerin elektronegatifliği, oksijene göre daha düşüktür. Bu nedenle oksijensiz solunum tepkimelerinin elektron taşıma sisteminde üretilen ATP miktarı oksijenli solunuma göre daha azdır.

Not: Fermantasyon ve oksijensiz solunum tepkimelerinde oksijen kullanılmazken, oksijenli solunum tepkimelerinde oksijen kullanılır.

III. FERMANTASYON

➢ Glikoliz sonucu oluşan pirüvik asidin oksijen kullanmadan laktik asit veya etil alkol gibi başka bir organik moleküle yıkılmasında **fermantasyon** denir.

Aşağıda bu tepkimelerin genel özellikleri verilmiştir :

- Prokaryot ve ökaryot hücrelerin sitoplazmasında gerçekleşir.
- Organik moleküller tamamen parçalanamadığı için enerji verimi oksijenli solunuma göre çok düşüktür.

Not: Fermantasyonda enerjinin büyük bir kısmı etil alkol ve laktik asit gibi son ürünlerin kimyasal bağlarında gizli kalır.

- Sadece substrat düzeyinde fosforilasyon ile ATP sentezi gerçekleşir.
- ETS kullanılmaz. Ara ürünlerden ayrılan hidrojen atomları NAD^+ koenzimi tarafından yakalanır.

Not: Fermantasyonda substrat olarak glikoz kullanılırken, amino asit ve yağ asiti kullanılmaz. Bunun nedeni amino asit ve yağ asitlerinin aktivasyon enerjisinin yüksek olmasıdır.

- Fermantasyon çeşitleri, oluşan son ürünlere göre adlandırılır. Bunlardan en önemlileri etil alkol ve laktik asit fermantasyonudur.
- Bu iki reaksiyonda glikoliz tepkimeleri ortak olarak gerçekleşir. Pirüvattan sonra farklı enzimler kullanıldığı için farklı ürünler oluşur.

a. Etil Alkol Fermantasyonu:

$$C_6H_{12}O_6 + 2ATP \xrightarrow{\text{Enzimler}} 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 4ATP + Isı$$

(Glikoz) (Etil alkol)

➢ Glikozun parçalanması sonucu etil alkol, karbondioksit ve ATP'nin üretildiği tepkimelere denir.

➢ Bazı bakteriler, maya hücreleri (bira mayası) ve bitki tohumları oksijensiz ortamda etil alkol fermantasyonu ile ATP üretirler.

➢ Ekmek hamurunun mayalanması ve şarap üretimi bu yöntemle gerçekleşir. Ortamdaki alkol hücreler üzerinde zehir etkisi yapar ve fermantasyon tepkimeleri durur.

Maya mantarları tarafından oluşturulan CO_2 hamurun kabarmasını sağlar ve ekmekte hacim artışı meydana gelir.

İçinde şeker bulunan ağzı kapalı bir erlene konulan maya mantarı fermantasyonla CO_2 üretir. CO_2, uç kısmına takılan balonun şişmesine neden olur.

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

29. **Farklı canlılarda gerçekleşen,**

I. oksijenli solunum,
II. fotosentez,
III. etil alkol fermantasyonu

olaylarından hangilerinde substrat düzeyinde fosforilasyon ile ATP üretilir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

30. **Fermantasyon olayı ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?**

A) Glikoz molekülü en küçük bileşenine kadar parçalanamadığından enerji verimi düşüktür.
B) Prokaryot hücrelerde sitoplazma, ökaryot hücrelerde mitokondride gerçekleşir.
C) Sadece substrat düzeyinde fosforilasyon ile ATP üretilir.
D) Glikoliz tepkimelerinde NAD^+ koenzimi indirgenir.
E) Pirüvattan sonraki tepkimelerinde ATP üretilmez.

31. Aşağıdaki tabloda dört ayrı ortamda bulunan besin molekülleri ve ortamın oksijen durumları verilmiştir.

Ortam	Besin molekülü	Oksijen durumu
I	Glikoz	Yok
II	Glikoz	Var
III	Aminoasit	Yok
IV	Aminoasit	Var

Yukarıdaki ortamlardan hangilerine maya mantarı eklenmesi sonucu etil alkol açığa çıkar?

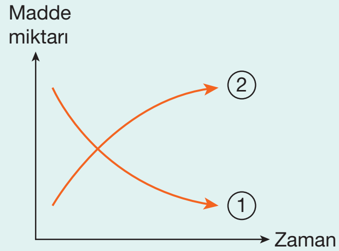
A) Yalnız I B) I ve III C) II ve III D) II ve IV E) III ve IV

(2010 – YGS)

25	B	26	C	27	A	28	D

Örnek Sorular

32. Bir miktar üzüm suyu içerisine yeterli miktarda bira mayası eklenip ortam oksijensiz bırakıldığında, bazı moleküllerin miktarlarındaki değişimler aşağıdaki grafikte 1 ve 2 numaralı eğrilerle gösterilmiştir.

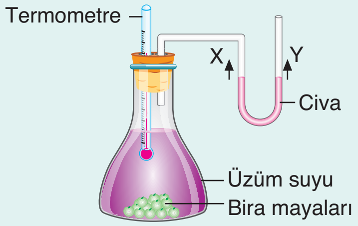


Bu grafikteki 1 ve 2 numaralı eğriler aşağıdaki moleküllerden hangilerine ait olabilir?

	1	2
A)	CO_2	Etil alkol
B)	CO_2	Enzim
C)	Etil alkol	CO_2
D)	Enzim	Glikoz
E)	Glikoz	CO_2

(2016 – LYS)

33. Bira mayaları, içinde üzüm suyu bulunan havası alınmış bir kaba konularak aşağıdaki deney düzeneği hazırlanmıştır.



Bu deney düzeneğinde,

I. bira mayası sayısının sürekli artması,
II. cıvanın X yönünde hareket etmesi,
III. kap içindeki gaz basıncının artması

değişimlerinden hangileri gerçekleşir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

34. Bir molekül glikozun kullanıldığı etil alkol fermantasyonunda,

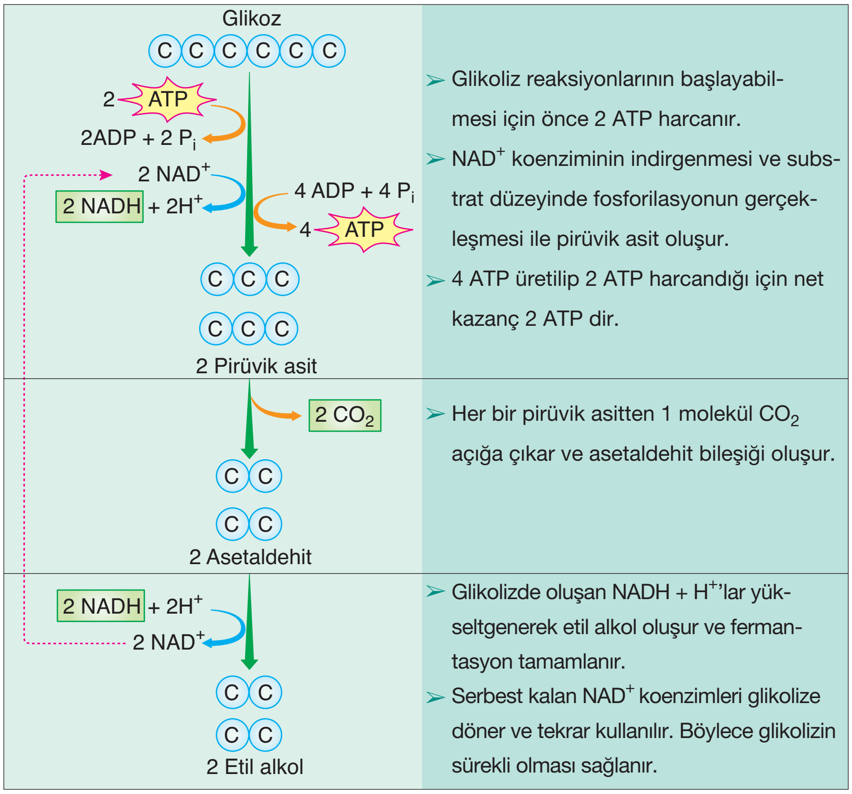
I. üretilen ATP,
II. harcanan ATP,
III. üretilen CO_2

miktarları arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) I > II > III B) I > II = III C) I = II > III
D) II > I = III E) III = I > II

29	C	30	B	31	A

➢ Glikoliz sonucu oluşan pirüvattan CO_2 çıkması sonucu asetaldehit oluşur. Asetaldehit, glikolizde oluşan NADH + H⁺ dan kopan hidrojenleri alarak etil alkole dönüşür. Aşağıda etil alkol fermantasyonu özetlenmiştir:



b. Laktik Asit Fermantasyonu:

$$C_6H_{12}O_6 + 2ATP \xrightarrow{\text{Enzimler}} 2C_3H_6O_3 + 4ATP + \text{Isı}$$

(Glikoz) (Laktik asit)

➢ Glikozun parçalanması sonucu laktik asit ve ATP'nin üretildiği tepkimelere denir.

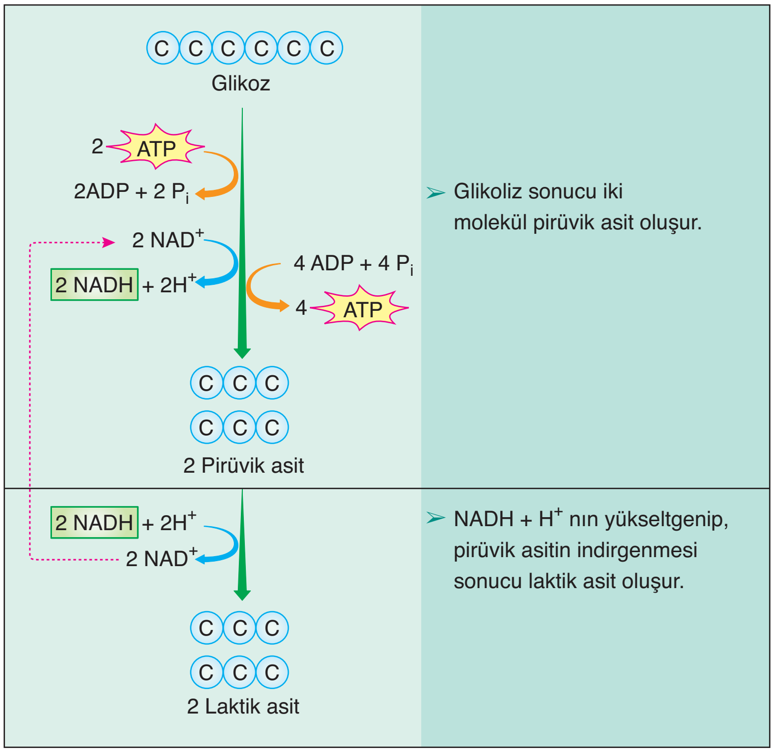
➢ Karbon dioksit oluşmaz.

➢ Bazı bakterilerde gerçekleşen laktik asit fermantasyonu süt endüstrisinde peynir ve yoğurt yapımı için kullanılır. Ayrıca omurgalı hayvanların çizgili kas hücrelerinde oksijen yetersizliği durumunda gerçekleşir ve yorgunluğa neden olur.

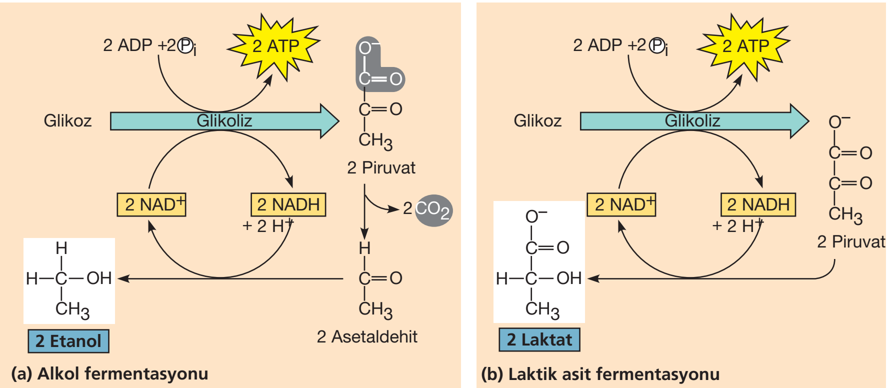
➢ Dinlenme durumunda laktik asit;

- Yükseltgenerek pirüvata dönüşür. Bu molekül oksijenli solunum tepkimelerine katılır.
- Kaslardan kana geçerek karaciğere taşınır. Karaciğerde önce glikoza dönüşür, ardından glikojen olarak depolanır.

➢ Glikoliz sonucu oluşan pirüvat NADH + H⁺ dan kopan hidrojenleri alarak laktik asite dönüşür. Aşağıdaki laktik asit fermantasyonu özetlenmiştir.



Not: Etil alkol ve laktik asit fermantasyonunun pirüvat oluşumundan sonraki basamaklarında ATP üretimi ya da tüketimi olmaz. Bu reaksiyonların temel amacı glikolizde üretilen NADH + H⁺ ların yükseltgenerek NAD⁺ koenziminin serbest kalmasıdır.



***Fermentasyon :** Birçok hücre oksijen yokluğunda substrat-seviyesinde fosforilasyon ile ATP üretmek için fermentasyonu kullanır. Glikolizin son ürünü olan piruvat, NADH'ın NAD⁺'ye oksidasyonu için elektron alıcısı olarak iş görür. Böylece NAD⁺ yeniden glikolizde kullanılabilir. Fermentasyon sonucunda yaygın olarak oluşan son ürünler, (a) etanol ve (b) laktik asidin iyonik formu olan laktattır.*

Not: Etil alkol fermantasyonunda indirgenen son molekül asetaldehittir. Laktik asit fermantasyonunda indirgenen son molekül pirüvattır.

Örnek Sorular

35. **Laktik asit fermantasyonu için aşağıdakilerden hangisi söylenemez?**

A) İnsanda, iskelet kaslarında gerçekleşir.

B) Amacı, pirüvattan daha fazla ATP üretmektir.

C) Bu olayda, pirüvat indirgenmektedir.

D) Son ürün ile birlikte NAD⁺ oluşur.

E) CO_2 çıkışı olmaz.

(2015 – LYS)

36. Glikoz $\xrightarrow{X}$ 2 Pirüvat $\xrightarrow{Y}$ 2 Laktik asit

Laktik asit fermantasyonuna ait olan X ve Y evreleri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

A) Y evresinde CO_2 oluşur.

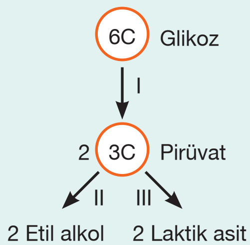
B) X evresinde NADH+H⁺ yükseltgenir.

C) Y evresinde ATP üretimi olmaz.

D) X evresinde 2 ATP üretilir.

E) Y evresinde NAD⁺ indirgenir.

37.



Fermantasyona ait yukarıdaki şemayla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?

A) CO_2 çıkışı yalnız II nolu basamakta olur.

B) I nolu basamakta üretilen ATP miktarı tüketilen ATP miktarından çoktur.

C) II ve III nolu basamaklarda NADH molekülü yükseltgenir.

D) Karaciğer hücrelerimizde I ve III nolu basamaklar gerçekleşir.

E) II ve III nolu basamaklarda ATP üretilmez.

32	E	33	B	34	B

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

38. **Alkol fermantasyonu, oksijenli solunum ve laktik asit fermantasyonunda aşağıdakilerden hangisi ortak değildir?**

A) Enzimlerin kullanılması

B) ATP'nin sentezlenmesi

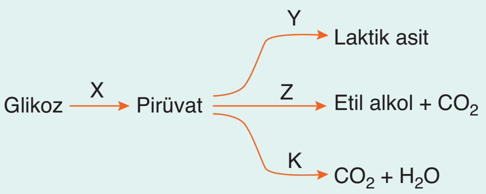
C) Organik maddelerin yıkılması

D) NADH + H^+ oluşumu

E) CO_2 oluşu

(2012 – LYS)

39. Aşağıda farklı canlılarda meydana gelen solunum olayları şematik olarak verilmiştir.



Bu şemayla ilgili,

I. ATP üretimi X ve K evrelerinde gerçekleşir.

II. X, Y ve Z evreleri ile ilgili enzimler sitoplazmada bulunur.

III. Y ve K evreleri aynı hücrede gerçekleşemez.

ifadelerinden hangileri doğru değildir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

40. **Solunum tepkimelerinde görev alan son elektron alıcılar ile ilgili,**

I. etil alkol fermantasyonu ⟶ etil alkol,

II. oksijenli solunum ⟶ oksijen,

III. laktik asit fermantasyonu ⟶ pirüvat

eşleştirmelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

35	B	36	C	37	D
38	E	39	B	40	D

Oksijenli Solunum ve Fermantasyonun Karşılaştırılması :

- Oksijenli solunum, oksijensiz solunum ve fermantasyon tepkimeleri sırasında glikoz molekülünün, glikoliz tepkimeleri ile pirüvik aside kadar parçalanması ortak olarak gerçekleşir.
- Fermantasyon olayında pirüvik asit, etil alkol ya da laktik asit gibi organik maddelere dönüşür. Fermantasyon sonucu oluşan bu organik moleküller, yapılarında büyük miktarda enerji depolar. Bu süreçte net olarak sadece 2 ATP elde edilmektedir.
- Oksijenli solunumda ise pirüvik asit molekülleri karbondioksit ve su gibi inorganik maddelere kadar parçalanır. ETS'ninde kullanıldığı bu tepkimelerde oksidatif fosforilasyon ile ATP sentezlenir. Bir molekül glikoz başına oksijenli solunumla elde edilen maksimum ATP miktarı 32'dir.

Not: Oksijenli solunumda glikoz molekülü daha küçük moleküllere kadar parçalandığından elde edilen ATP miktarı fermantasyon tepkimelerine göre daha fazladır.

Fermantasyon	Oksijenli Solunum
• Enerji verimi düşüktür. Enerjinin büyük bir kısmı etil alkol ve laktik asit gibi son ürünlerde kalır.	• Besin monomerleri inorganik maddelere kadar yıkıldığından enerji verimi yüksektir.
• Bir molekül glikozdan toplam 4ATP, net 2ATP üretilir.	• Bir molekül glikozdan toplam 34 ATP, net 32 ATP üretilir.
• Koenzim olarak NAD^+ kullanılır.	• Koenzim olarak NAD^+ ve FAD kullanılır.
• ETS kullanılmaz.	• ETS kullanılır.
• Sadece SDF ile ATP üretilir.	• Hem SDF hem de OF ile ATP üretilir.
• Substrat olarak glikoz kullanılırken, amino asit ve yağ asitleri kullanılmaz.	• Substrat olarak glikoz, amino asit ve yağ asiti gibi monomerler kullanılabilir.
• Son elektron alıcısı pirüvat (laktik asit fermantasyonunda) ya da asetaldehit (etil alkol fermantasyonunda) molekülüdür.	• Son elektron alıcısı oksijendir.

1. TEST

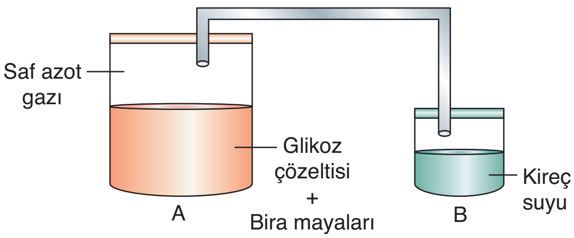
1. **Farklı canlılarda gerçekleşen,**

I. oksijenli solunum,
II. aktif taşıma,
III. hücre bölünmesi,
IV. fermantasyon

olaylarından hangileri ekzergonik olarak tanımlanabilir?

A) I ve III B) I ve IV C) II ve III D) II ve IV E) III ve IV

2.



Yukarıdaki gibi hazırlanan deney düzeneğinde,

I. bira mayalarının oksidatif fosforilasyon ile ATP üretmesi,
II. B kabındaki kireç suyunun bulanması,
III. A kabındaki glikoz miktarının artması

olaylarından hangileri gerçekleşemez?

(Kireç suyu + CO_2 → bulanma)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I ve III

3. Bir kobaya tüm atomları radyoaktif işaretli glikoz molekülleri verilmiştir.

Bu glikoz moleküllerinin oksijenli solunumda kullanılması ile üretilen,

I. ATP,
II. CO_2,
III. H_2O

moleküllerinden hangilerinde radyoaktif işaretli atomlara rastlanır?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

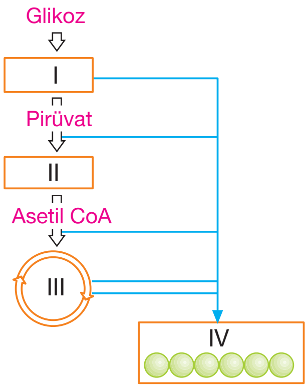
4. **Etil alkol fermantasyonuna ait olan,**

I. harcanan ATP / üretilen ATP,
II. harcanan glikoz / üretilen karbon dioksit,
III. harcanan ATP / üretilen etil alkol

oranlarından hangileri 1/2'ye eşittir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

5. Yandaki şemada oksijenli solunumun bazı evreleri numaralandırılarak verilmiştir.



Bu evrelerde gerçekleşen fosforilasyon çeşitleri ile ilgili aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

	Substrat düzeyinde fosforilasyon	Oksidatif fosforilasyon
A)	I ve IV	I, II ve III
B)	I, II ve III	II ve IV
C)	I ve III	IV
D)	I, II ve III	IV
E)	I ve II	III ve IV

6. **Oksijenli solunum ve etil alkol fermantasyonunda,**

I. FAD koenziminin indirgenmesi,
II. substrat düzeyinde fosforilasyon,
III. karbon dioksit oluşumu,
IV. organik maddelerin inorganik maddelere dönüşümü

olaylarından hangileri ortaktır?

A) I ve II B) III ve IV C) I, II ve IV D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

7. **Oksijen solunumun elektron taşıma sisteminde,**

I. suyun oluşması,

II. ATP sentezi,

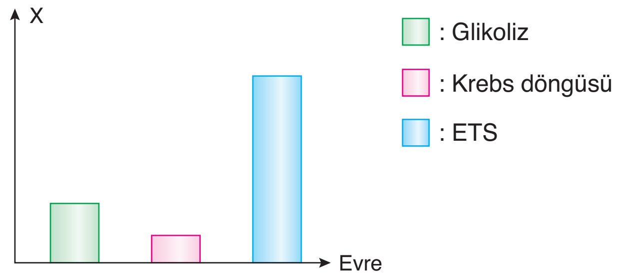
III. karbon dioksit üretimi,

olaylarından hangileri gerçekleşir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

8.



Oksijenli solunuma ait yukarıdaki grafikte, X yerine,

I. üretilen karbon dioksit,

II. harcanan oksijen,

III. üretilen ATP

değişkenlerinden hangileri yazılabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

9. **30 molekül karbon dioksitin açığa çıktığı oksijenli solunum tepkimelerinde tüketilen,**

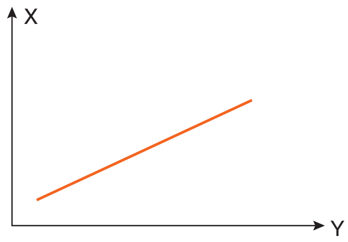
I. glikoz molekülü sayısı,

II. oksijen molekülü sayısı

aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

	I	II
A)	6	30
B)	5	24
C)	10	36
D)	6	24
E)	5	30

10. Fermantasyon yapan bir bakteri hücresindeki X ve Y maddelerinin miktarlarında meydana gelen değişimler aşağıdaki grafikte verilmiştir.



Buna göre X ve Y maddeleri aşağıdakilerden hangisi olamaz?

	X	Y
A)	Etil alkol	CO_2
B)	ATP	Laktik asit
C)	CO_2	ATP
D)	ATP	NH_3
E)	Etil alkol	ATP

11. **Bira mayası etil alkol üretiminde substrat olarak,**

I. vitamin,

II. yağ asiti,

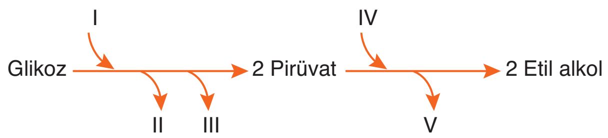
III. glikoz

moleküllerinden hangilerini kullanabilir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

12.



Etil alkol fermantasyona ait olan yukarıdaki şemada numaralandırılmış moleküller ile ilgili aşağıda yapılan eşleştirmelerden hangisi yanlıştır?

A) I → NAD^+ B) II → $NADH^+ + H^+$ C) III → ATP

D) IV → $FADH_2$ E) V → CO_2

13. **Ökaryot hücrelerde ATP sentezi ve tüketimi ile ilgili,**

I. Mitokondride üretilen ATP'ler sitoplazmaya geçerek enerji gerektiren tepkimelerde kullanılabilir.

II. ATP'de depolanan enerjinin asıl kaynağı güneştir.

III. Kloroplastta üretilen ATP besin sentezi sırasında tüketilir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

1. B	2. E	3. D	4. C	5. C	6. D	7. C	8. B	9. E	10. D	11. B	12. D	13. E

2. TEST

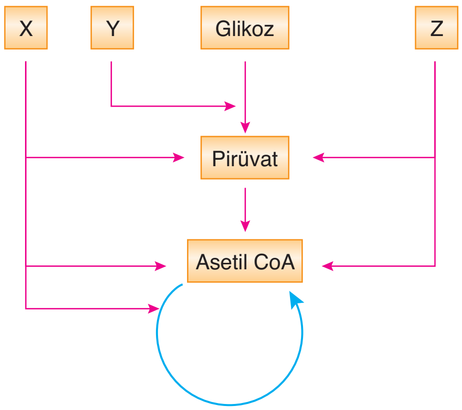
1. Oksijenli solunum yapan bir bakteride,

I. ribozom,
II. elektron taşıma sistemi,
III. mitokondri,
IV. NAD^+ ve FAD koenzimleri

yapılarından hangileri bulunur?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

2. Aşağıda farklı organik moleküllerin oksijenli solunuma katılma basamakları verilmiştir.



Şemaya göre X, Y ve Z molekülleri aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	Gliserol	Yağ asiti	Amino asit
A)	X	Y	Z
B)	X	Z	Y
C)	Y	Z	X
D)	Y	X	Z
E)	Z	Y	X

3. Mitokondride görev alan ATP sentaz enzimi ile ilgili,

I. Protonların zarlar arası bölgeden matriks sıvısına dönmesini sağlar.
II. Oksidatif fosforilasyon ile ATP üretiminde görev alır.
III. Kıvrımlı bir zar olan krista zarı üzerinde bulunur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

Palme Yayınevi

4. Laktik asit fermantasyonunda,

I. NADH + H^+ molekülünün yükseltgenmesi,
II. aktivasyon için ATP harcanımı,
III. ara ürün olarak pirüvat oluşumu

olayları hangi sıra ile gerçekleşir?

A) I - II - III B) II - III - I C) II - I - III D) III - I - II E) III - II - I

5. Glikoz $\xrightarrow{X}$ Pirüvat $\xrightarrow{Y}$ $CO_2 + H_2O$

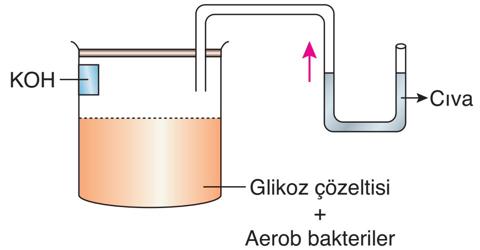
İnsanlardaki oksijenli solunuma ait X ve Y basamakları ile ilgili,

I. X sitoplazmada, Y mitokondri organelinde gerçekleşir.
II. Y evresinde NAD^+ ve FAD koenzimleri indirgenir.
III. X evresinde harcanan ATP miktarı, Y evresinde üretilen ATP miktarından çoktur.

yargılarından hangileri <u>yanlıştır</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

6.



Yukarıdaki deney düzeneğinde cıvanın ok yönünde hareket etmesinde,

I. bakterilerin kaptaki oksijen kullanması,
II. ortamdaki gaz basıncının artması,
III. solunumda açığa çıkan karbondioksitin KOH tarafından tutulması

olaylarından hangileri etkili olmuştur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

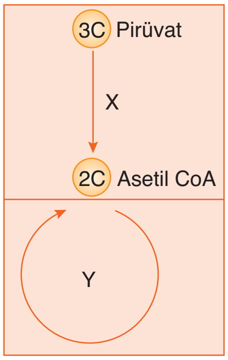
7. **Oksijenli solunuma ait kemiozmotik hipotez ile ilgili,**

I. Substrat düzeyinde fosforilasyon ile ATP üretilir.
II. ETS'de aktarılan elektronların enerji miktarı artar.
III. Hidrojen iyonları ATP sentaz enzimi ile matrikse döner.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

8.



Oksijenli solunuma ait X ve Y evrelerinde,

I. substrat düzeyinde fosforilasyon,
II. karbon dioksit oluşumu,
III. organik bileşiklerden kopan hidrojenlerin koenzimler tarafından yakalanması,

olaylarından hangileri ortak olarak gerçekleşir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

9. **Oksijenli solunum tepkimelerinde,**

I. asetil CoA,
II. pirüvat,
III. okzalo asetik asit

molekülleri hangi sıra ile üretilir?

A) II - III - I B) III - I - II C) III - II - I
D) II - I - III E) I - III - II

10. Aşağıda etil alkol ve laktik asit fermantasyonları özetlenmiştir.

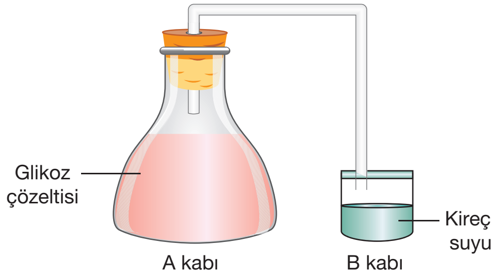
Glikoz $\xrightarrow{I}$ 2 Pirüvat $\xrightarrow{II}$ 2 Etil alkol

Glikoz $\xrightarrow{III}$ 2 Pirüvat $\xrightarrow{IV}$ 2 Laktik asit

Numaralandırılmış tepkimeler ile ilgili aşağıdaki ifadelerde hangisi doğrudur?

A) II nolu tepkime mitokondride gerçekleşir.
B) I nolu tepkimede ATP önce harcanır sonra üretilir.
C) IV nolu tepkimede CO_2 çıkışı görülür.
D) III nolu tepkimede NADH + H^+ molekülü yükseltgenir.
E) II nolu tepkimede substrat düzeyinde fosfarilasyon gerçekleşir.

11.



Yukarıdaki deney düzeneğinde A kabında,

I. etil alkol fermantasyonu,
II. oksijenli solunum,
III. laktik asit fermantasyonu

yapan bakteri çeşitlerinden hangilerinin uygun koşullarda konulması durumunda B kabındaki kireç suyu bulanır?

(Kireç suyu + CO_2 → Bulanma)

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

12. **Ökaryotik bir hücredeki oksijenli solunuma ait olan,**

I. krebs,
II. elektron taşıma sistemi,
III. glikoliz,

tepkimelerinin gerçekleştiği hücresel kısımlar aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

	I	II	III
A)	Matriks	Krista	Sitoplazma
B)	Stroma	Matriks	Sitoplazma
C)	Sitoplazma	Krista	Matriks
D)	Matriks	Matriks	Sitoplazma
E)	Sitoplazma	Stroma	Matriks

1. D	2. C	3. E	4. B	5. B	6. D	7. C	8. E	9. D	10. B	11. C	12. A

Fotosentez

21. Ünite

Örnek Sorular

1. **Ototrof bir canlı için,**

I. İnorganik maddeleri organik maddelere çevirir.

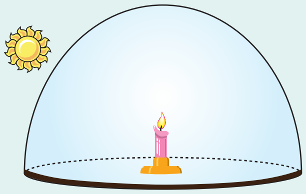
II. Ökaryot hücre yapısındadır.

III. Güneş enerjisini kullanarak besin üretir.

yargılarından hangileri kesin olarak doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

2.



Deney düzeneğindeki mumun daha uzun süre yanabilmesi için cam fanusa,

I. yanan ikinci bir mumun konulması,

II. bir bitkinin konulması,

III. oksijenli solunum yapan heterotrof bakterilerin konulması

uygulamalarından hangileri yapılmalıdır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

3. **Aşağıdaki bilim adamlarından hangisinin fotosentez ile ilgili bir çalışması yoktur?**

A) Robert Hill

B) Jan Ingenhousz

C) Joseph Priestley

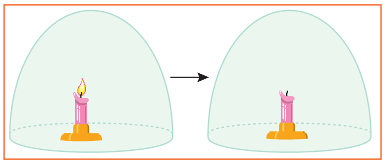
D) Theodor Engelmann

E) Gregor Mendel

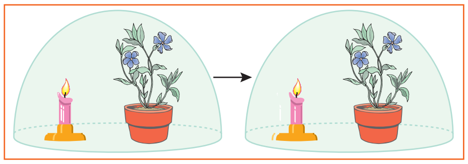
- İnorganik maddeleri kullanarak ihtiyaç duydukları organik maddeleri sentezleyen canlılara **ototroflar (üreticiler)** denir. Ototrof canlılar fotoototrof ve kemoototrof olmak üzere ikiye ayrılır.
- Güneş enerjisi ve klorofil yardımıyla inorganik maddelerden organik madde üretilmesine **fotosentez** denir.

A. FOTOSENTEZİN BULUNUŞU

- Joseph Priestley (1773 – 1804) bitkilerin kirlenen havayı temizlediğini bulmuştur. Günümüzde fotosentez hakkındaki bilgilerimizle bu durumu "bitkilerin havaya oksijen verdiği" şeklinde yorumlayabiliriz. Aşağıda bitkilerin aydınlık ortamda oksijen ürettiğini kanıtlayan bir deney verilmiştir.



Aydınlık ortamdaki hava geçirmeyen cam bir fanusa konulan yanan bir mum, cam fanustaki oksijen tükenince söner.



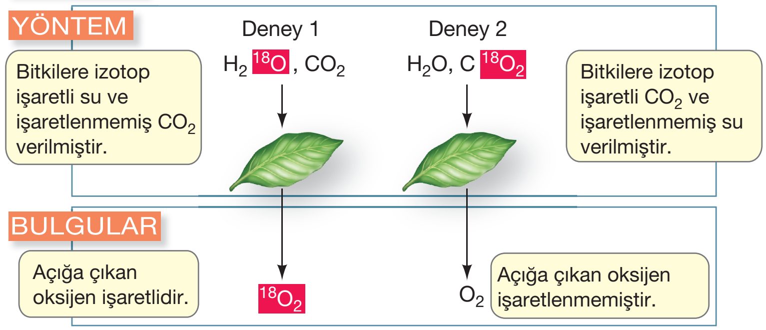
Aydınlık ortamdaki hava geçirmeyen cam bir fanusa, yanan bir mum bir bitki ile beraber konulduğunda yanmaya devam eder. Çünkü bitki fotosentez sonucu ürettiği oksijeni havaya verir.

- Jan Ingenhousz (1730 – 1799) Priestley'in ulaştığı bu bilgiyi doğrulamış ve bu olayda ışığın görev yaptığını keşfetmiştir.
- 1804 yılında İsviçreli Nicolas Theadore De Saussure fotosentezde suyun kullanıldığını kontrollü deneyler ile ispatlamış ve fotosentezin günümüzde bilinen denklemini ortaya koymuştur.

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Işık enerjisi}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

- 1883 yılında Alman Theodor Wilhelm Engelmann, fotosentez hızının ışığın dalga boyuna göre değiştiğini keşfetmiştir. Engelmann'ın yaptığı deneyler konunun ilerleyen kısımlarında detaylı olarak incelenecektir.
- 1930 yılında Cornelis Bernardus Van Niel, fotosentez sırasında oluşan oksijenin karbondioksitten değil, sudan geldiğini ileri sürmüştür.
- Niel'in hipotezi 1937'de Robert Hill tarafından ağır oksijen izotopu kullanılarak kanıtlanmıştır. Hill, bitkiye normal karbondioksit ve ağır oksijen içeren su verildiğinde, ağır oksijenin moleküler oksijen olarak açığa çıktığını göstermiştir. Böylece fotosentezde üretilen oksijenin sudan geldiği anlaşılmıştır. Aşağıda Niel'in yaptığı çalışmalardan esinlenerek hazırlanmış bir deney düzeneği verilmiştir.

HİPOTEZ Fotosentezde açığa çıkan oksijen CO_2'den değil sudan gelmiştir.



SONUÇ Fotosentezde üretilen O_2'nin kaynağı sudur.

Palme Yayınevi

- 1951 yılında Amerikalı Melvin Calvin ve arkadaşları fotosentezin ışıktan bağımsız tepkimelerini (Calvin döngüsü) detaylı bir şekilde açıklamışlar ve bu çalışmaları ile 1961 yılında Nobel ödülü almışlardır.
- Günümüzde de oldukça karmaşık basamaklar içeren bu tepkimeler araştırılmaya devam edilmektedir.

B. FOTOSENTEZDE ÇEŞİTLİLİK VE FOTOSENTEZİN GENEL ÖZELLİKLERİ

1. Fotosentezde Çeşitlilik

- Fotosentez tepkimeleri kullanılan hidrojen (elektron) kaynağına göre üç farklı biçimde gerçekleşebilir.
- Bitkiler, siyanobakteriler ve öglena fotosentez sırasında hidrojen kaynağı olarak **H_2O** kullanır ve yan ürün olarak **oksijen** üretirler.

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Işık enerjisi}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

- Mor sülfür bakterileri fotosentez sırasında hidrojen kaynağı olarak **H_2S** kullanır ve yan ürün olarak **kükürt** üretirler.

$$6CO_2 + 12H_2S \xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Işık enerjisi}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 12S$$

- Hidrojen bakterileri fotosentez sırasında hidrojen kaynağı olarak H_2 kullanır ve yan ürün olarak oksijen ya da kükürt üretmezler.

$$6CO_2 + 12H_2 \xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Işık enerjisi}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O$$

- Yukarıdaki denklemlerde de görüldüğü gibi fotosentez tepkimelerinde;
  - karbon kaynağı olarak karbon dioksit kullanımı,
  - ışık enerjisinin klorofil pigmenti tarafından soğurulması,
  - inorganik maddelerin organik maddelere dönüşmesi

  olayları ortak olarak gerçekleşir.

NOT: Fotosentez tepkimelerinde su kullanımı ile oksijen üretimi ortak değildir.

2. Fotosentezin Genel Özellikleri

- Prokaryot hücrelerde sitoplazmada bulunan klorofil pigmenti sayesinde gerçekleşir.
- Ökaryot hücrelerde fotosentez kloroplast organelinde gerçekleşir.
- ETS kullanılır. ATP üretimi kemiozmotik hipoteze göre fotofosforilasyon ile gerçekleşir.

NOT: Fotofosforilasyon ile üretilen ATP sadece kloroplast organelinde kullanılır. Bitkinin diğer metabolik olayları için gerekli olan ATP, sitoplazma ya da mitokondride üretilir.

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

4. Bitki fotosentezi ile ilgili,

I. Kloroplast organelinde gerçekleşir.
II. Oksijen oluşturulur.
III. Organik maddeler inorganik maddeye dönüşür.

yargılarından hangileri doğru değildir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

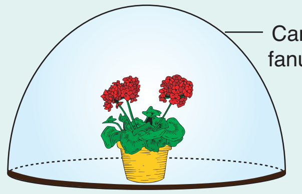
5. Bitki ve bakterilerde gerçekleşen fotosentez olayı,

I. kullanılan hidrojen kaynağı,
II. açığa çıkan ürün çeşidi,
III. kullanılan karbon kaynağı,
IV. kullanılan enerji çeşidi

özelliklerinden hangileri bakımından farklılık gösterebilir?

A) I ve II B) III ve IV C) I, II ve III D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

6.



Yukarıdaki deney düzeneğinde gerçekleşebilecek olan,

I. cam fanus içindeki oksijen miktarının azalması,
II. bitkinin organik kütlesinin artması,
III. cam fanus içindeki nem miktarının artması

değişimlerinden hangileri fanusun aydınlık ortamda olduğunu kanıtlar?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

1	A	2	B	3	E

Örnek Sorular

7. **Fotosentez ile besin üreten tüm canlılarda aşağıdaki olaylardan hangisi ortak olarak gerçekleşmez?**

A) Fotofosforilasyon ile ATP üretimi

B) Enerji kaynağı olarak ışık enerjisinin kullanılması

C) NADP+ koenziminin hidrojen alarak indirgenmesi

D) Klorofil pigmentinin güneş ışığını soğurması

E) Hidrojen kaynağı olarak su kullanımı

8. **Aşağıdaki organizmalardan hangisi kloroplast organeli içermediği halde fotosentez yapabilir?**

A) Mısır B) Domates

C) Meşe D) Siyanobakteri

E) Öglena

9. **Bir bitkinin yaprağında bulunan,**

I. palizat parankiması,

II. epidermis,

III. stoma,

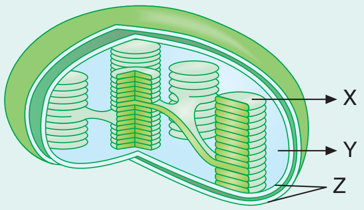
IV. floem

hücrelerinden hangilerinde inorganik maddelerden organik madde sentezi gerçekleşebilir?

A) I ve II B) I ve III C) II ve IV

D) I, II ve III E) I, III ve IV

10.



Kloroplast organeline ait yukarıdaki şekille ilgili olarak, aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?

A) Y sıvısı matriks olarak adlandırılır.

B) Z, seçici geçirgen yapıdaki çift zardır.

C) X, granum olup klorofil pigmenti içerir.

D) Fotosentez tepkimeleri X'te başlar Y'de tamamlanır.

E) Y sıvısında kloroplasta özgü DNA, RNA ve ribozom vardır.

4	B	5	A	6	A

Palme Yayınevi

- Koenzim olarak NADP+ kullanılır.
- Sadece aydınlık ortamda gerçekleşir. Canlıda kütle artışına neden olur.
- Fotosentez tepkimeleri klorofil molekülünün ışık enerjisini soğurup, elektron vermesi (yükseltgenmesi) ile başlar.

C. FOTOSENTEZİN GERÇEKLEŞTİĞİ YAPILAR:

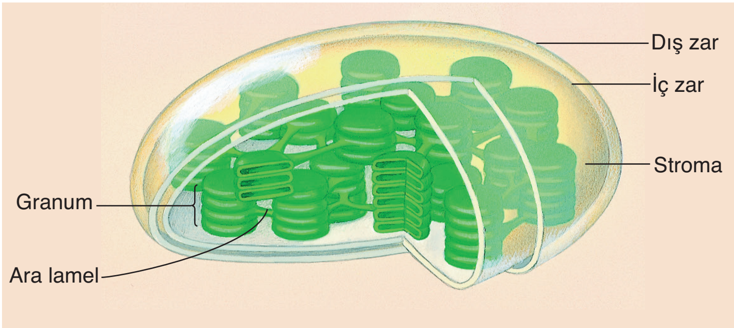
1. Kloroplastın Yapısı ve Bulunduğu Kısımlar

➢ Kloroplast çift zarla çevrilidir. Kloroplastın içinde **tilakoit** adı verilen ve yassı kesecikler şeklinde olan üçüncü bir zar sistemi daha vardır.

➢ Tilakoitler üst üste dizilerek **granum** adı verilen yapıyı oluşturur. Granumlar birbirine ara lameller ile bağlıdır. Tilakoit zarın üzerinde klorofil pigmenti bulunduğundan granumlar yeşil renklidir. Kloroplast içindeki granumların tamamına ise **grana** denir.

➢ Granumların arasını dolduran renksiz sıvıya **stroma** denir. Bu sıvının içinde kloroplasta özgü DNA, RNA, ribozom ve fotosentez enzimleri bulunur.

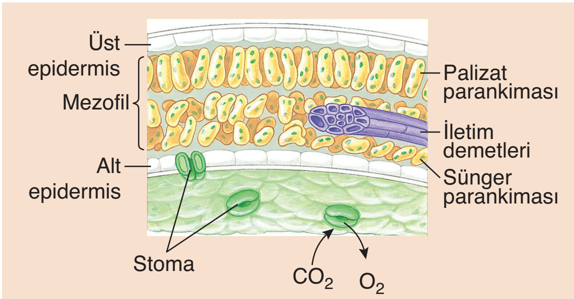
Not: Fotosentezin ışığa bağlı tepkimeleri granumda, ışıktan bağımsız tepkimeleri ise stromada gerçekleşir.



Kloroplastın yapısı

➢ Kloroplast yapraklarda ve otsu gövdelerde bol miktarda bulunur. Odunsu gövdelerde ve köklerde bulunmaz.

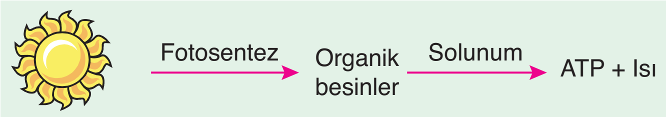
➢ Bitki yaprağında bulunan palizat parankiması, sünger parankiması ve stoma hücreleri kloroplast içerdiklerinden fotosentez olayını gerçekleştirebilirler. Epidermis hücreleri ile iletim demetleri (ksilem ve floem) kloroplast içermediğinden fotosentez yapamaz.



Yaprağın enine kesiti

2. Güneş Işığı ve Fotosentezin Pigmentleri

- Doğadaki canlıların temel enerji kaynağı güneştir. Yeryüzündeki yaşam güneşten gelen enerjiye bağlıdır. Bitkiler bu enerjiyi kullanarak fotosentez ile organik besinleri üretirler. Canlılar bu organik molekülleri solunum tepkimeleri ile parçalayarak, metabolik aktiviteleri için gerekli olan ATP'yi üretirler.



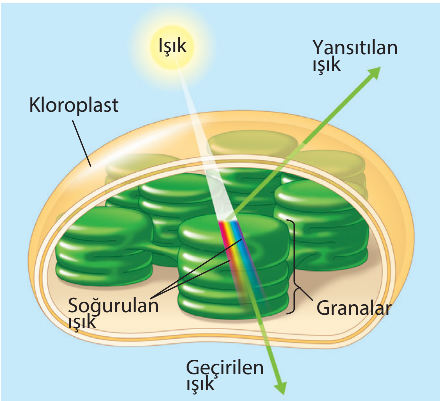
- Dalgalar halinde yayılan ışığın oluşturduğu iki ardışık tepe noktası arasındaki mesafeye **dalga boyu** denir. Işığın dalga boyuna göre sıralanmasıyla **elektromanyetik spektrum** elde edilir. Spektrumdaki ışığın yaklaşık 380 nm ile 750 nm arasındaki dalga boyları insan gözüyle görülebildiğinden görünür ışık olarak adlandırılır.

Not: Fotosentez sadece görünür ışıkta gerçekleşir. X ışınları, UV ve kızılötesi gibi ışınlarda fotosentez gerçekleşmez.

- Görünür ışığı emen maddelere **pigment** denir. Fotosentez olayında klorofil ve karotenoit gibi pigmentler görev alır.

a. Klorofil

- Çeşitli dalga boyundaki ışınları emerek bitkide fotosentez olayının gerçekleşmesini sağlayan yeşil renkli bir pigmenttir.
- Yapısında C, H, O, N ve Mg atomları bulunur. Sentezi için güneş ışığı ve Fe gereklidir.
- Prokaryot hücrelerin hücre zarı kıvrımlarında; ökaryot hücrelerin kloroplast organelinin tilakoit zarında bulunur.
- Klorofil pigmenti ışığın bir bölümünü soğurur, bir bölümünü ise yansıtır ya da geçirir. Fotosentez soğurulan ışıkta gerçekleşir.



Not: Klorofil pigmenti yeşil ışığın çok az bir kısmını soğurur, büyük bir kısmını ise yansıtır. Bu nedenle yeşil renkli görülür.

b. Karotenoitler

- Bitkilerde yeşil hariç diğer renkleri veren pigmentlere karotenoitler denir. Bu pigmentlere turuncu renkli **karoten**, sarı renkli **ksantofil** ve kırmızı renkli **likopin** pigmentleri örnek olarak verilebilir.

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

11. **Bakteri ve bitkilerin fotosentezde kullandıkları,**

I. karbon,

II. elektron,

III. enerji

kaynaklarından hangileri farklı olamaz?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

12. **Klorofil molekülü ile ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi yanlıştır?**

A) Fotosentezde görev yapar.

B) Ototrof beslenen tüm canlılarda bulunur.

C) Çeşitli dalga boylarındaki ışınları emerek fotosentezi başlatır.

D) Kloroplast organelinin tilakoit zarında yer alır.

E) Yeşil ışığın büyük bir kısmını yansıtır.

13.

Canlılardaki enerji dönüşümünü özetleyen yukarıdaki şema ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

A) X olayında substrat düzeyinde fosforilasyon gerçekleşir.

B) Y olayında inorganik maddelerden organik madde sentezlenir.

C) Y olayı sadece ototrof canlılarda gerçekleşir.

D) X olayında NAD^+ koenzimi indirgenir.

E) X olayı sadece gündüzleri gerçekleşir.

7	E	8	D	9	B	10	A

Örnek Sorular

14. **Klorofil pigmentinin minimum oranda emip maksimum oranda yansıttığı ışık rengi aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Kırmızı B) Sarı C) Turuncu
D) Yeşil E) Mor

15. **Fotosentez olayında görev yapan fotosistemler ile ilgili,**

I. Işığın emildiği ve kimyasal enerjiye dönüştüğü birimlerdir.

II. Fotosentez yapan tüm canlılarda tilakoit zar üzerinde bulunurlar.

III. Hem elektron hem de proton transferinde görev yaparlar.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

16. **Fotosentezin gerçekleşebilmesi için,**

I. ışık
II. oksijen,
III. klorofil,
IV. enzim

moleküllerinden hangileri gereklidir?

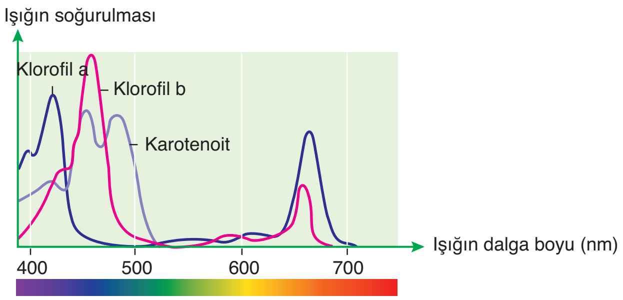
A) I ve II B) III ve IV C) I, II ve IV
D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

11	C	12	B	13	E

Palme Yayınevi

➢ Karotenoitlerin görevleri aşağıda özetlenmiştir:

- Klorofilin soğuramadığı farklı dalga boylarındaki ışınları soğurarak klorofile aktarırlar. Böylece fotosentez olayına yardımcı olurlar.
- Klorofile zarar verecek olan aşırı ışığı da emerek yayarlar. Böylece klorofil pigmentinin zarar görmesini engellerler.
- Çiçek ve meyvelere renk verirler.



Kloroplastlardaki farklı renk pigmentlerinin ışığı soğurma spektrumu

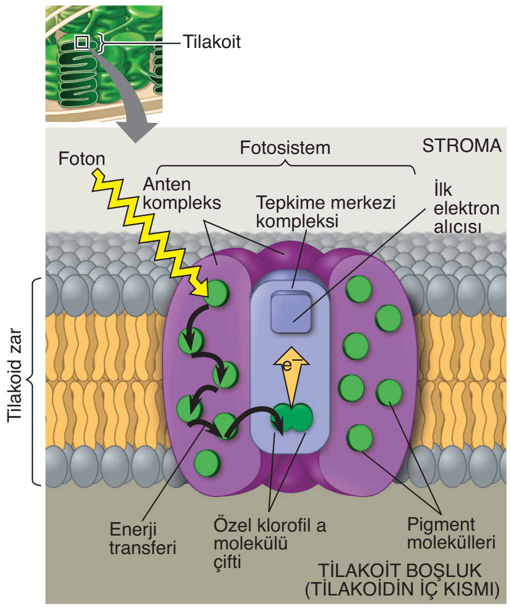
3. Klorofilin Işık Tarafından Etkinleştirilmesi:

➢ Kloroplastın tilakoit zarı üzerinde ışığı emen pigmentler, proteinler ve diğer moleküller birleşerek **fotosistem** adı verilen birimleri oluştururlar.

Not: Fotosistemler ışığın emildiği ve kimyasal enerjiye dönüştüğü birimlerdir.

➢ Fotosistem iki farklı kısımdan oluşur. Bunlar **anten kompleksi** ve **tepkime merkezi kompleksidir.**

- Anten kompleksinde protein molekülleri ile çok sayıda klorofil ve karotenoit pigmenti içerir.
- Bu kompleksteki pigmentler güneşten gelen foton enerjisini soğurur ve kademeli bir şekilde tepkime merkezi kompleksindeki klorofil a molekülüne aktarırlar.
- Tepkime merkezi kompleksinde bir çift klorofil a molekülü ve primer (ilk) elektron alıcısı bulunur. Foton enerjisi yardımıyla klorofil a molekülünden ayrılan elektronlar ilk elektron alıcısı yardımıyla ETS'ye aktarılır.



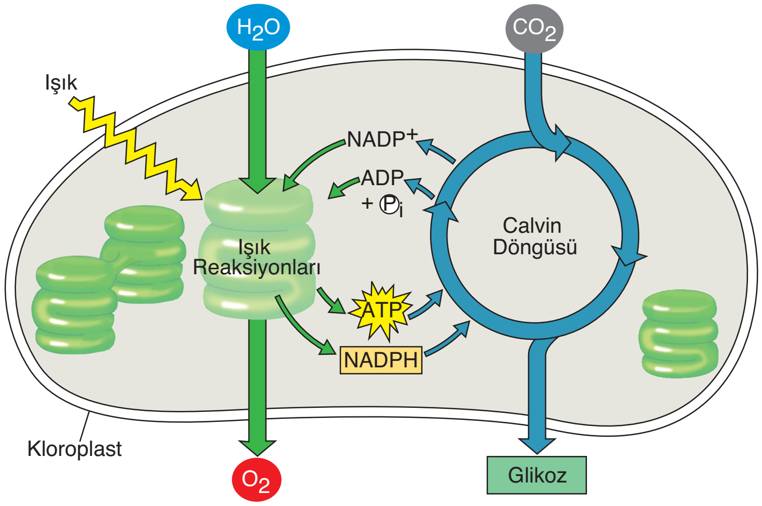
Fotosistemin yapısı ve ışığı toplaması

- Işığın temel birimi olan **foton**, anten kompleksindeki bir pigment molekülüne çarptığı zaman, fotonun enerjisi tepkime merkezine ulaşıncaya kadar bir molekülden diğerine bir önceki sayfadaki şekilde gösterildiği gibi geçer.
- Tepkime merkezinde toplanan bu enerji, tepkime merkezinde bulunan klorofil pigmentine ait bir elektronun enerji seviyesini artırır.
- Klorofilden ayrılan bu elektron ilk elektron alıcına aktarılır.
- Enerji kazanan elektronlar tilakoit zar üzerinde bulunan, ETS birimleri aracılığı ile ya klorofil molekülüne döner ya da son alıcı olan $NADP^+$ koenzimine aktarılır.
- Bu süreçte elektronlar tarafından salınan enerjinin kullanımı ile **kemiozmotik hipoteze** göre ATP sentezlenir.

D. FOTOSENTEZ TEPKİMELERİ:

UYARI : Fotosentez tepkimeleri MEB'in yayınladığı kazanımlar dikkate alınıp sadeleştirilerek verilmiştir. Basamakların detaylarını incelemek isteyen öğrenciler, konunun sonunda bulunan EK – 1 (sayfa 231) kısmını inceleyebilirler.

- Fotosentez tepkimeleri **ışığa bağımlı tepkimeler** ve **ışıktan bağımsız tepkimeler (Calvin döngüsü)** olmak üzere iki evrede gerçekleşir.



1. Fotosentezin Işığa Bağımlı Tepkimeleri

- Ökaryot hücrelerde kloroplast organelinin tilakoit zarında gerçekleşir.
- Işıktan bağımsız tepkimeler için gerekli olan **ATP** ve **NADPH** molekülleri ile canlılar için gerekli olan **oksijenin** üretilmesini sağlar.
- Işığa bağımlı reaksiyonların gerçekleştiği tilakoit zarda, fotosistemler ile ETS birbirine bağlanmış haldedir.
- Bu tepkimeler fotosistemlerin güneş ışığını soğurması ile başlar.
- Klorofilin güneş ışığını soğurması ile uyarılan elektronların enerji seviyesi artar ve uyarılmış elektronlar klorofil pigmentinden ayrılır. (klorofilin yükseltgenmesi).

Örnek Sorular

17. **Fotosentezin ışığa bağımlı tepkimelerinde üretilen,**

I. ATP,
II. oksijen,
III. NADPH

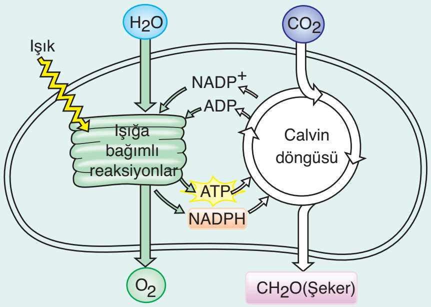
moleküllerinden hangileri ışıktan bağımsız tepkimelerde kullanılır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

18. **Fotosentezin ışığa bağımlı tepkimeleri için aşağıdakilerden hangisine ihtiyaç yoktur?**

A) Elektron taşıma zinciri
B) Karbondioksit
C) Işık enerjisi
D) Klorofil pigmenti
E) $NADP^+$ koenzimi

19.



Fotosenteze ait yukarıdaki şemaya göre aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?

A) Fotosentezin bazı ürünleri inorganiktir.
B) Su tüketimi, CO_2 kullanımından önce gerçekleşir.
C) Calvin döngüsünde ATP, NADPH ve CO_2 kullanılır.
D) Suyun parçalanması sonucu oluşan oksijen atomları glikozun yapısına katılır.
E) ADP ve $NADP^+$ ışığa bağımlı tepkimelerde tekrar kullanılabilir.

14	D	15	A	16	D

Örnek Sorular

20. **Fotosentezin ışığa bağımlı tepkimelerinde,**

I. fotofosforilasyon,

II. substrat düzeyinde fosforilasyon,

III. oksidatif fosforilasyon

yöntemlerinden hangileri ile ATP sentezlenir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

21. **Fotosentezin ışığa bağımlı tepkimelerinde,**

I. suyun parçalanması,

II. klorofilin yükseltgenmesi,

III. ETS'de elektron aktarımı

olaylarından hangileri gerçekleşir?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

22. **Bir bitki hücresine ait olan,**

I. mitokondri,

II. ribozom,

III. golgi cisimciği,

IV. kloroplast

organellerinden hangilerinde ATP sentaz enzimi bulunur?

A) I ve II B) I ve III C) I ve IV

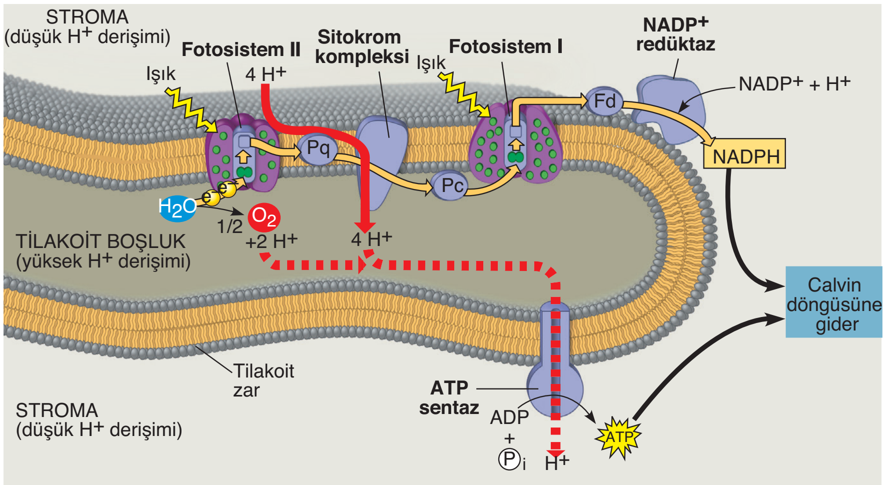
D) II ve III E) II ve IV

17	C	18	B	19	D

- Klorofilden ayrılan uyarılmış elektronlar ETS aracılığı ile alıcı durumundaki klorofil molekülüne aktarılırken taşıdığı enerjinin büyük bir kısmını kaybederek ilk haline döner.
- Kaybedilen bu enerji ile kemiozmotik hipoteze göre ATP sentezi gerçekleşir. ATP üretimi ışık enerjisi yardımıyla gerçekleştiğinden bu olaya **fotofosforilasyon** denir.
- Yükseltgenen ilk klorofil molekülünün elektron ihtiyacını karşılamak amacıyla, su molekülü bir enzim tarafından ayrıştırılarak iki elektron, iki proton (H^+) ve bir oksijen atomunu oluşturur.
- Suyun parçalanması ile açığa çıkan hidrojenler, NADPH molekülünün oluşumunda kullanılırken, oksijen atmosfere verilir.

Not: Işığa bağımlı tepkimelerde, Calvin döngüsünde kullanılmak üzere ATP ve NADPH üretilir. Yan ürün olarak da O_2 açığa çıkar.

- Işığa bağımlı tepkimelerde ATP üretimi (fotofosforilasyon) **kemiozmotik hipoteze** göre gerçekleşir.
- Bu yöntemle ATP sentezi için gerekli olan fotosistemler, elekton taşıma sistemi (ETS) ve ATP sentaz enzimi tilakoit zara gömülü olarak bulunur.
- Bu olayın gerçekleşmesi için öncelikli olarak tilakoit boşluktaki proton (H^+) derişiminin artması gerekir. Bu artış iki farklı şekilde gerçekleşir.
  - Tilakoit boşlukta suyun ayrışması sonucu proton (H^+) miktarı artar.
  - Fotosistem II'den ayrılan elektronların fotosistem I'e aktarımı sırasında bir miktar enerji açığa çıkar. Bu enerji yardımıyla stroma sıvısında bulunan protonlar (H^+), ETS brimleri aracılığı ile tilakoit boşluğa pompalanır.
- Bu iki olay sonucunda tilakoit boşluktaki proton (H^+) derişimi artar (pH değeri düşer). Bu protonlar derişimlerinin yüksek olduğu tilakoit boşluktan **ATP sentaz** enzimi aracılığı ile stromaya aktarılırken ATP sentezlenir.
- Bu olaya **fotofosforilasyon**, zarın iki tarafındaki H^+ yoğunluğuna bağlı olarak ATP sentezlenmesine **kemiozmozis** denir.

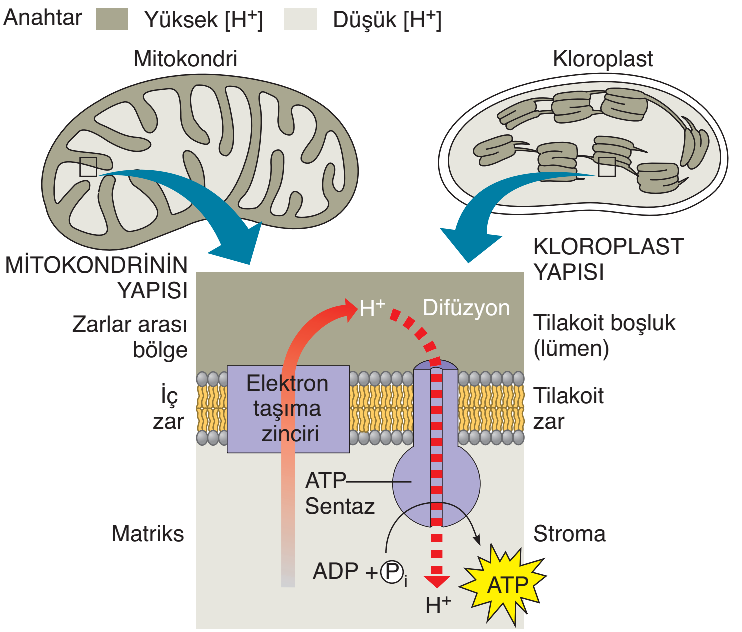


Işığa bağımlı tepkimeler ve kemiozmoz

Kloroplast ve Mitokondrideki Kemiozmozun Karşılaştırılması:

➢ Kloroplast ve mitokondri aynı temel mekanizmayı kullanarak ATP üretirler. Aşağıda bu iki organeldeki kemiozmozis olayları karşılaştırılmıştır.

Kloroplasttaki kemiozmozis	Mitokondrideki kemiozmozis
• ETS birimleri ve ATP sentaz enzimi tilakoit zara gömülü olarak bulunur.	• ETS birimleri ve ATP sentaz enzimi mitokondrinin iç zarına gömülü olarak bulunur.
• ETS'deki elektron aktarımı sırasında açığa çıkan enerji yardımıyla protonlar (H^+) derişimlerinin düşük olduğu stromadan, derişimlerinin yüksek olduğu tilakoit boşluğa pompalanır.	• ETS'deki elektron aktarımı sırasında açığa çıkan enerji yardımıyla protonlar (H^+) derişimlerinin düşük olduğu matriks sıvısıdan, derişimlerinin yüksek olduğu zarlar arası bölgeye pompalanırlar.
• ATP sentaz protonları tilakoit boşluktan stroma sıvısına doğru taşır.	• ATP sentaz protonları zarlar arası bölgeden matriks sıvısına doğru taşır.
• Fotofosforilasyon ile ATP üretilir.	• Oksidatif fosforilasyon ile ATP üretilir.



Mitokondri ve kloroplast kemiozmozunun karşılaştırılması

2. Işıktan Bağımsız Tepkimeler

➢ Ökaryot hücrelerde kloroplastın stroma sıvısında gerçekleşir.

➢ Bu tepkimeler Calvin döngüsü ya da karbon tutma reaksiyonları olarak da adlandırılır.

NOT: Işıktan bağımsız tepkimeler gündüz gerçekleşir. Tepkimeler sırasında ışık doğrudan gerekli olmasada ışığa bağımlı tepkimelerde açığa çıkan ürünlere (ATP ve NADPH) ihtiyaç duyulur.

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

23. Kloroplast organelinde görev yapan ATP sentaz enzimi ile ilgili,

I. Tilakoit zara gömülüdür.

II. Hidrojen iyonlarını tilakoit boşluktan stromaya doğru taşır.

III. Fotofosforilasyon ile ATP üretir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

24. I. Protonların (H^+) biriktirildiği yer

II. Elektronların elektron taşıma sisteminde taşınım kuralı

III. ATP oluşumunu sağlayan enzimin çeşidi

Kemiozmotik hipotezine göre, kloroplastlar ve mitokondrilerde ATP sentezi sırasında yukarıdakilerden hangileri farklılık gösterir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

(2015 – LYS)

25. Kemiozmotik hipoteze göre kloroplasttaki ATP sentezinde,

I. suyun ayrışması sonucunda tilakoit boşluktaki proton derişiminin artması,

II. ATP sentaz enziminin stromadan tilakoit boşluğa proton pompalaması,

III. stroma sıvısında substrat düzeyinde fosforilasyon ile ATP üretimi

olaylarından hangileri gerçekleşir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

20	A	21	E	22	C

Örnek Sorular

26. **Kloroplastlarda fotosentez sırasında;**

I. elektron taşıma sisteminde yükseltgenme ve indirgenme olaylarının gerçekleşmesi,

II. oksijenin üretilmesi,

III. karbonhidrat üretimi

olaylarından hangileri granalarda gerçekleşir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

(2017 – LYS)

27. **Calvin döngüsünde aşağıdaki moleküllerden hangisi kullanılmaz?**

A) CO_2 B) Glikoz C) NADPH
D) RuBP E) ATP

28. **Calvin döngüsünde,**

I. CO_2 kullanımı,

II. $NADP^+$ koenziminin indirgenmesi,

III. ETS kullanımı,

IV. RuBP üretimi

olaylarından hangileri gerçekleşmez?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III
D) II ve IV E) III ve IV

29. Fotosentez sırasında su molekülü aşağıdaki gibi ayrışır.

$$H_2O \rightarrow \underset{I}{e^-} + \underset{II}{H^+} + \underset{III}{\tfrac{1}{2}O_2}$$

Buna göre I, II ve III ile numaralandırılmış olan elemanlardan hangileri fotosentezin ışıktan bağımsız tepkimelerinde kullanılacak moleküllerin sentezinde işlev görür?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

(2016 – LYS)

23	E	24	A	25	A

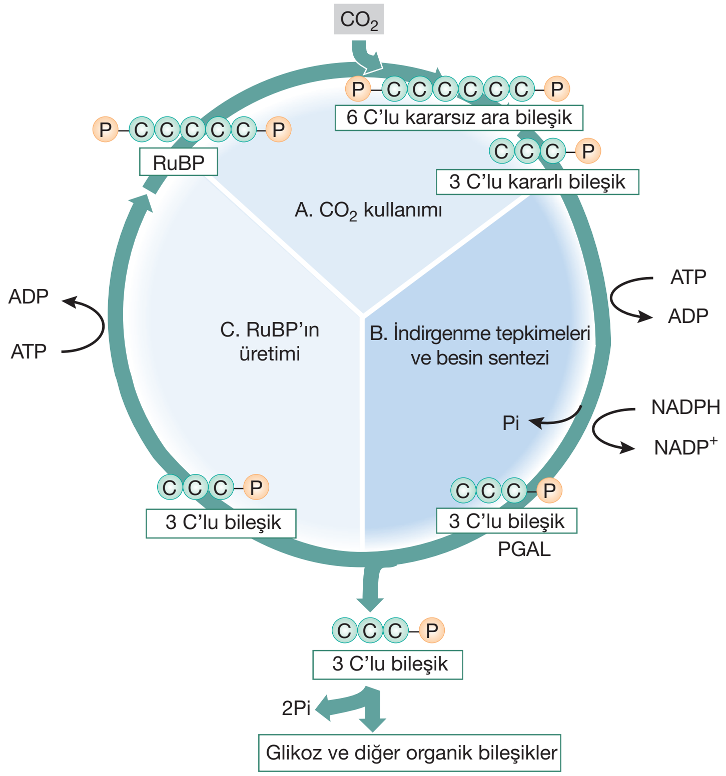
Palme Yayınevi

➢ Enzimlerin kullanıldığı bu tepkimeler sıcaklık değişimine karşı duyarlıdır.

➢ Klorofil ve ETS kullanılmaz. ATP harcanımı ve NADPH'ın yükseltgenmesi gerçekleşir.

➢ Işığa bağımlı tepkimelerden gelen ATP ve NADPH ile atmosferden alınan CO_2 molekülü kullanılarak organik besinlerin (glikoz gibi) sentezi gerçekleşir.

➢ Aşağıda ışıktan bağımsız tepkimelerin evreleri verilmiştir.



A. CO_2 kullanımı :

- CO_2 molekülü enzimler yardımıyla beş karbonlu bir şeker olan ribuloz bifosfat (RuBP) molekülüne bağlanarak altı karbonlu kararsız bir bileşik oluşturur.
- Oluşan bu kararsız ara bileşik enzimatik reaksiyonlar ile üç karbonlu kararlı ara bileşiğe dönüşür.

B. İndirgenme tepkimeleri ve besin sentezi :

- Bu üç karbonlu bileşik art arda indirgenme tepkimelerine katılır.
- Bu süreçte ışığa bağımlı tepkimelerde üretilen ATP ve NADPH molekülleri kullanılır ve yine üç karbonlu olan başka bir molekül oluşur.
- Bu molekülün bir kısmı glikoz gibi organik besinlerin sentezinde kullanılır.

C. RuBP'ın üretimi :

- Üç karbonlu molekülün bir kısmı ATP harcanımı ile ribuloz bifosfat (RuBP) molekülüne dönüşür.
- Böylece döngü devam şansı yakalar.

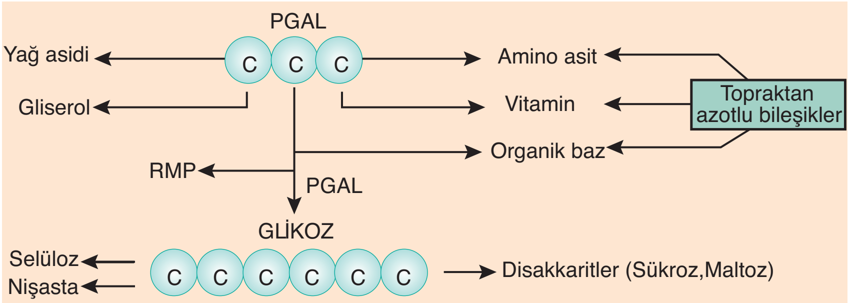
➢ Aşağıda fotosentezin ışığa bağımlı tepkimeleri ile ışıktan bağımsız tepkimeleri karşılaştırılmıştır.

Işığa Bağımlı Tepkimeler	Işıktan Bağımsız Tepkimeler
• Ökaryot hücrelerde kloroplastın tilakoit zarında gerçekleşir. • Fotosistem, ETS, H_2O ve $NADP^+$ kullanılır. • ATP üretilir (fotofosforilasyon) • $NADP^+$ koenzimi indirgenir ve NADPH oluşur. • Su harcanır. • ATP, NADPH ve O_2 üretilir. • Gündüz gerçekleşir.	• Ökaryot hücrelerde kloroplastın stroma sıvısında gerçekleşir. • CO_2, ATP ve NADPH kullanılır. • ATP harcanır. • NADPH yükseltgenir ve $NADP^+$ oluşur. • Su harcanmaz. • Glikoz ve amino asit gibi organik maddeler üretilir. • Gündüz gerçekleşir.

E. ORGANİK MOLEKÜLLERİN SENTEZİ

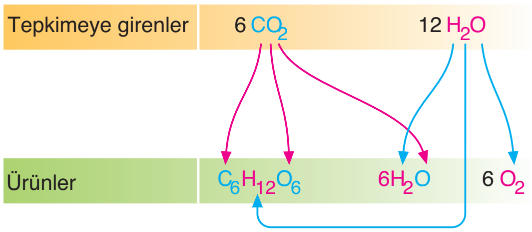
➢ Fotosentezin ışıktan bağımsız tepkimelerinde oluşan PGAL molekülü glikoz, amino asit, gliserol, yağ asidi, vitamin ve organik baz gibi moleküllere dönüşebilir.

➢ Amino asit, vitamin ve organik baz üretimi için CO_2 ve H_2O'ye ek olarak nitrat ve amonyum gibi azotlu bileşikler gereklidir.



PGAL'den organik moleküllerin sentez basamakları

➢ Fotosentezde kullanılan ve oluşan maddelerdeki C, H ve O atomlarının dağılımı deneysel olarak ortaya çıkarılmıştır.



➢ Yukarıdaki tepkimede de görüldüğü gibi fotosentezde kullanılan;

- CO_2'nin karbon atomu, glikozun yapısına,
- CO_2'nin oksijen atomu hem sentezlenen glikoz hem de açığa çıkan suyun yapısına,
- H_2O'daki hidrojen atomu, oluşan glikozun ve açığa çıkan suyun yapısına katılır.

NOT: Fotosentezde suyun ayrışması sonucu oluşan oksijen atmosfere verilir.

Örnek Sorular

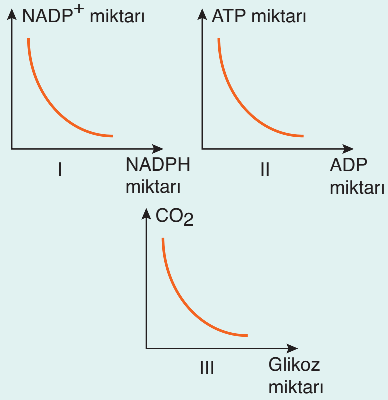
30. Calvin döngüsünde açığa çıkan,

I. $NADP^+$,
II. ADP,
III. glikoz,
IV. RuBP

moleküllerinden hangileri ışığa bağımlı reaksiyonlarda kullanılır?

A) I ve II B) I ve III C) I ve IV D) II ve III E) III ve IV

31. Fotosenteze ait olan,



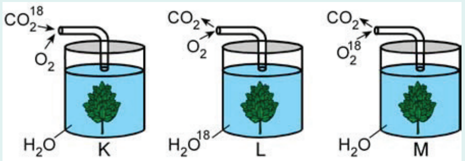
yukarıdaki grafiklerden hangileri ışıktan bağımsız tepkimelere aittir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) II ve III

32. Bir bitki hücresi sadece karbon dioksit ve su kullandığı fotosentez tepkimelerinde aşağıdaki moleküllerden hangisini sentezleyemez?

A) Glikoz B) Amino asit C) Yağ asidi D) Fruktoz E) Gliserol

33. Aydınlık ortamda özdeş su bitkileri kullanılarak hazırlanan aşağıdaki K, L ve M deney düzeneklerinde, ağızları kapalı olan beherlere gaz giriş çıkışı sadece yerleştirilen boru yardımıyla sağlanmaktadır.



Bu düzeneklerde daha sonra işaretli oksijene;

I. K düzeneğinde, fotosentez ürünü karbonhidrat,
II. L düzeneğinde, solunum ürünü karbondioksit,
III. M düzeneğinde, solunum ürünü su

moleküllerinin hangilerinde rastlanır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I ve III

(2013 – LYS)

26	B	27	B	28	C	29	D

Örnek Sorular

34. Bir bitkiye oksijeni işaretli su ve karbonu işaretli karbon dioksit verilerek fotosentez yapması sağlanmıştır.

Bu bitkinin fotosentezle ürettiği,

I. amino asitin karbon,

II. glikozun oksijen,

III. suyun hidrojen

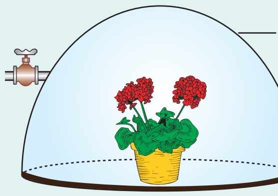
atomlarından hangilerinin işaretli olması beklenir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

35. Aşağıdakilerden hangisi fotosentezin hızına etki eden genetik faktörlerden biri değildir?

A) Kütikula kalınlığı
B) Yaprağın yüzey alanı
C) Stoma sayısı
D) Işığın dalga boyu
E) Enzim miktarı

36.



Aydınlık ortamda bulunan yukarıdaki deney düzeneğinde,

I. cam fanusun alüminyum folyo ile kaplanması,

II. musluk açılarak fanusa bir miktar CO_2 püskürtülmesi,

III. fanusun içine CO_2'yi tutan bir molekül olan KOH kristallerinin konulması

işlemlerinden hangilerinin uygulanması fotosentez olayını olumsuz etkiler?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

30	A	31	E	32	B	33	E

Palme Yayınevi

F. FOTOSENTEZİN HIZINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

- Klorofil taşıyan bir hücrenin birim zamanda kullandığı CO_2 veya ürettiği O_2 miktarı **fotosentez hızı**nı gösterir.
- Fotosentezin hızı, fotosenteze etki eden faktörlerden miktarı en düşük olana göre belirlenir. Buna **minimum yasası** denir.
- Fotosentezin hızını etkileyen faktörler çevresel ve genetik olmak üzere ikiye ayrılır.

A. Genetik Faktörler

1. Kloroplast sayısı: Yapraktaki kloroplast miktarı arttıkça fotosentez hızı da artar.

2. Yaprak yapısı ve sayısı: Bitkilerde yaprak genişliği arttıkça birim zamanda soğurulan güneş ışığı miktarı da artar. Bu nedenle fotosentez hızlanır.

3. Stoma sayısı: Stoma sayısı arttıkça bitkinin atmosferden aldığı CO_2 miktarı artar ve fotosentez hızlanır.

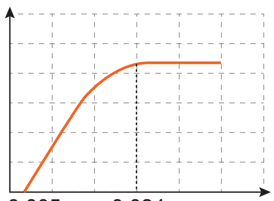
4. Kütikula kalınlığı: Kütikula kalınlığının artması bitki hücrelerine ulaşan güneş ışığı miktarının azalmasına neden olur. Böylece fotosentez tepkimeleri yavaşlar.

5. Enzim miktarı: Fotosentez tepkimeleri enzimlerin denetiminde gerçekleşir. Bu nedenle fotosentezde görev yapan enzimlerin miktarı fotosentezin hızını etkiler.

B. Çevresel Faktörler

1. CO_2 miktarı:

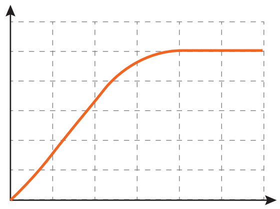
- CO_2 fotosentezin ışıktan bağımsız tepkimelerinin başlaması için gereklidir. CO_2 miktarı arttığında fotosentezin hızı belirli bir değere kadar artar. Sonra da sabit kalır.



Not Fotosentezin gerçekleştiği bir ortama potasyum hidroksit (KOH) veya kalsiyum hidroksit $Ca(OH)_2$ gibi CO_2 tutucular eklenirse ortamdaki CO_2 miktarı azalır ve fotosentez yavaşlar.

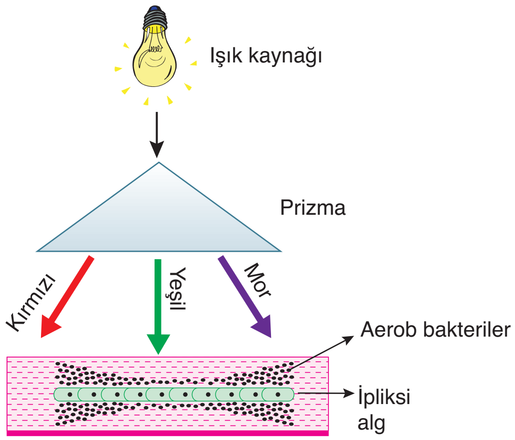
2. Işık Şiddeti:

- Işık enerjisi almayan klorofilli bir hücre fotosentez yapamaz. Işık, fotosentezin ışığa bağımlı tepkimelerinde ATP ve NADPH'ın sentezinde kullanılır. Işığın şiddeti arttığında fotosentez hızı belirli bir değere kadar artar sonra sabit kalır.

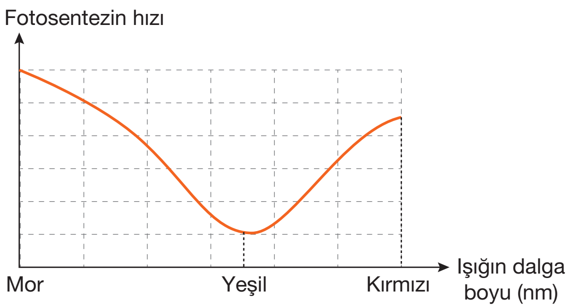


3. Işığın Dalga Boyu:

- Bitkiler sadece görünür ışıkta (380 nm - 750 nm) fotosentez yapabilir. Bunun nedeni klorofil pigmentinin sadece görünür ışığı soğurabilmesidir.
- Işığın dalga boyu ile fotosentezin hızı arasındaki ilişki Alman botanikçi Theodor Engelmann tarafından yapılan bir deneyle gösterilmiştir.
- Engelmann, ışığı prizmadan geçirerek elde ettiği farklı dalga boylarındaki ışınları ipliksi bir alg üzerine düşürmüştür. Algdeki fotosentez hızını ölçmek için deney kabına sadece oksijenli solunum yapabilen bir bakteri türü koymuştur.

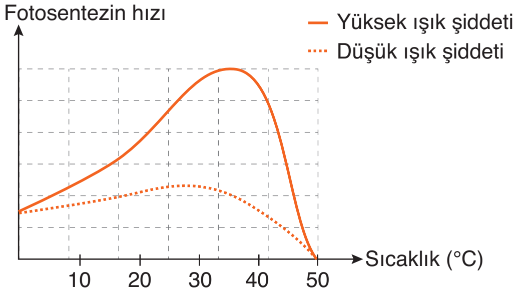


➢ Deney sonucunda mor, mavi ve kırmızı ışıkların alg üzerinde düştüğü bölgelerde oksijeni seven (aerob) bakterilerin en fazla toplandığı görülmüştür. Bakterilerin toplanması, fotosentezin bu bölgelerde daha hızlı gerçekleştiğini dolayısıyla daha fazla oksijen üretildiğini gösterir. Yeşil ışık ise bakterilerin en az bulunduğu yerdir. Çünkü algler klorofilden dolayı yeşil ışığın çok az bölümünü soğurur. Bu nedenle yeşil ışıkta fotosentezin hızı minimumdur.



4. Sıcaklık:

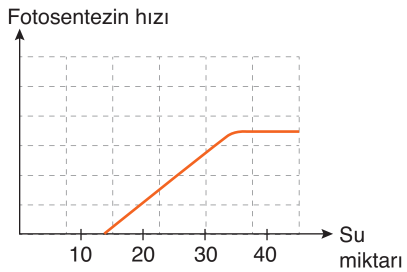
➢ Fotosentezin ışıktan bağımsız tepkimelerinde birçok enzim görev yapmaktadır. Sıcaklık artışı tepkimelerin hızını da artırır; belirli bir noktadan sonra enzimlerin yapısı bozulur (denatürasyon) ve fotosentez yavaşlayarak durur.



5. Su miktarı:

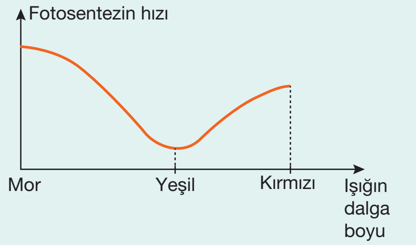
➢ Suyun bulunmadığı ortamda fotosentez tepkimeleri gerçekleşmez.

➢ Fotosentezin ışığa bağlı tepkimelerinde su enzimler yardımıyla ayrışarak FSII için elektron ve atmosfer için oksijen kaynağı olur. Hidrojen iyonları tilakoit boşlukta birikir.



Örnek Sorular

37.



Fotosentez hızının ışığın dalga boyu ile ilişkisini gösteren yukarıdaki grafikle ilgili,

I. CO_2 tüketimi en çok mor ışıkta gerçekleşir.

II. O_2 üretimi en az yeşil ışıkta olur.

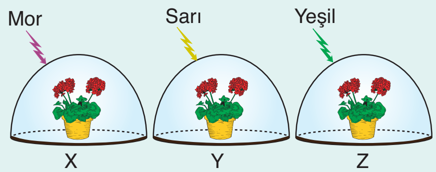
III. Klorofil en çok kırmızı ışığı soğurur.

yargılarından hangileri doğru olur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

38. A, B ve C bitkileri özdeş olup, deney başlangıcında fanuslardaki O_2 ve CO_2 miktarları eşittir.



Bu deney düzeneklerinde beş saat sonra yapılan ölçümler ile ilgili,

I. X fanusundaki CO_2 miktarı, Y fanusundan fazla olur.

II. Z fanusundaki bitkinin kütlesi, Y fanusundaki bitkiden az olur.

III. X fanusundaki O_2 miktarı, Z fanusundan fazla olur.

yargılarından hangileri <u>yanlıştır</u>?

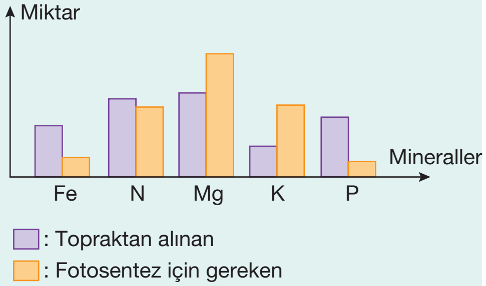
A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

34	A	35	D	36	C

Örnek Sorular

39. Aşağıdaki grafikte bir domates bitkisinin fotosentezi için gerekli olan mineral madde miktarı ile topraktan aldığı mineral madde miktarları gösterilmiştir.



Buna göre minimum kuralı hangi minarel için geçerli olur?

A) Fe B) N C) Mg

D) K E) P

40. Fotosentez tepkimeleri sırasında aşağıdaki olaylardan hangisi <u>en son</u> gerçekleşir?

A) ATP üretimi

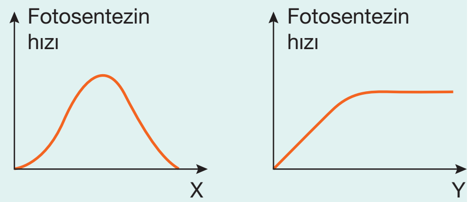
B) Klorofilin yükseltgenmesi

C) NADP'nin indirgenmesi

D) Oksijen üretimi

E) CO_2 kullanımı

41. Aşağıdaki grafiklerde X ve Y faktörlerinin fotosentez hızına etki gösterilmiştir.



Buna göre, X ve Y faktörleri aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	X	Y
A)	Ortam pH'si	Sıcaklık
B)	Sıcaklık	Işık şiddeti
C)	Işığın dalga boyu	Su miktarı
D)	Sıcaklık	Işığın dalga boyu
E)	Işığın dalga boyu	Işık şiddeti

37	C	38	A

Palme Yayınevi

➢ Ortamdaki suyun artışı fotosentez hızını artırır. Fakat belirli bir değerin üzerine çıkan su fotosentez hızını etkilemez.

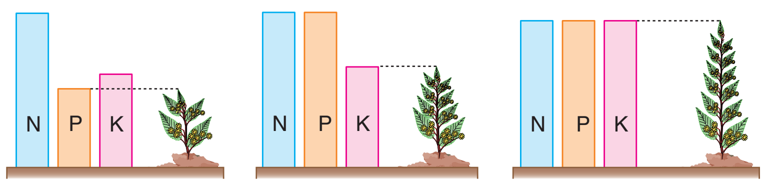
6. Ortamın pH'si:

➢ Işıktan bağımsız tepkimelerden enzimler görev yaptığında pH fotosentezin hızını etkiler.

7. Minareller:

➢ Fe, Mg, Ca, K, P, N ve S gibi mineraller fotosentez için gereklidir. Örneğin Mg klorofilin; Fe ise ETS elemanı olan ferrodoksinin yapısına katılır. Bu nedenle bitkilerin fotosentez hızı dolayısıyla büyüme hızı, bitkinin bulunduğu topraktaki minerallerden oranı en az olana göre belirlenir (**Minimum kuralı**).

➢ Aşağıda azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) minerallerinin miktarının sembolik olarak gösterildiği a, b ve c şemalarında minimum kuralına göre bitkinin büyüme başarısı gösterilmiştir.



(a) Bu şemada bitkinin büyüme başarısını, miktarı en az olan fosfor besin elementi belirler.

(b) Bu şemada bitkinin büyüme başarısını, miktarı en az olan potasyum besin elementi belirler.

(c) Bu şemada, bitki büyümesini sınırlandıran miktarda besin elementi yoktur.

G. TARIMSAL ÜRÜN MİKTARINI ARTIRMADA FOTOSENTEZİN ETKİSİ

➢ İnsan nüfusunun hızla artmasına rağmen tarım yapılabilecek alan miktarı sınırlıdır. Hızla artan insan nüfusunun besin ihtiyacını karşılayabilmek amacıyla var olan tarım alanlarının daha iyi değerlendirilmesi gerekmektedir.

➢ Günümüzde uygulanan karbondioksit zenginleştirme ve yapay ışıklandırma gibi uygulamalar ile belirli bir alandan alınan ürün miktarı artırılabilmektedir.

➢ Ortamdaki CO_2 miktarı fotosentez hızını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Bu nedenle farklı yöntemlerle ortamdaki CO_2 miktarını artırmak hem bitki gelişimi hızlandırılır hem de alınan ürün miktarını artırır. Aşağıda bu amaca yönelik seralarda yapılan bazı uygulamalar verilmiştir :

- Seralarda organik gübre kullanımı ortamdaki CO_2 miktarını artırır. Organik gübrelerin topraktaki mikroorganizmalar tarafından parçalanması sonucunda sera havasındaki CO_2 oranı artar.
- Sera içinde bütan, propan gazı ve parafin yakılması ile de CO_2 oranı artırılabilir. Ancak bu süreçte açığa çıkan kükürt ve sıcaklık artışı bitkiler için zararlı olabilir.

Fotosentez ve bitki büyümesi üzerine atmosferdeki CO_2 artışının etkilerini görmek amacıyla, bir tarladaki bitkilerin etrafına CO_2 bakımından zenginleştirilmiş havayı vermek için borular kullanılmaktadır.

➢ Tarımsal ürün miktarını artırmada kullanılan diğer bir yöntem ise yapay ışıklandırmadır. Özellikle de mevsime bağlı olarak ışık yoğunluğunun azaldığı dönemlerde yapay ışıklandırma yapmanın önemi çok büyüktür.

H. KEMOSENTEZ

➢ İnorganik maddelerin oksidasyonu ile açığa çıkan kimyasal enerjiyi kullanarak organik madde sentezlenmesi olayına **kemosentez** denir.

İnorganik madde → İnorganik yan ürün + Enerji

CO_2 + H_2O → Organik madde

➢ Azot, kükürt, demir, hidrojen bakterileri ve bazı arkeler gibi besinlerini kemosentezle üreten canlılara **kemoototrof canlılar** denir.

NOT: Kemosentez olayı sadece prokaryot hücre yapısına sahip canlılarda (bazı bakteri ve arkelerde) gerçekleşir.

➢ Bu canlılar güneş ışığını kullanmadıkları için klorofil pigmenti içermezler. Fotoototrof canlılardan farklı olarak hem gündüz hem de gece besin üretebilirler.

➢ Azot döngüsünde görev yapan nitrosomonas ve nitrobacter kemoototrof canlılara örnek olarak verilebilir. Bu bakteriler **nitrifikasyon** olarak adlandırılan bir olayla zehirli bir molekül olan amonyağı bitkilerin kullanabileceği bir molekül olan nitrat tuzlarına dönüştürürler.

NH_3 (Amonyak) —Nitrosomonas→ NO_2 (Nitrit) —Nitrobacter→ NO_3 (Nitrat)

➢ Nitrosomonas amonyağı nitrite dönüştürür. Nitrobacter ise nitriti nitrata dönüştürür. Bu sırada açığa çıkan elektronları ETS'den geçirerek oksijene doğru taşır. Bu sırada açığa çıkan enerji yardımıyla ATP ve NADPH üretilir. Açığa çıkan ATP ve NADPH yardımıyla CO_2 ve H_2O'yu birleştirerek glikoz üretir. Bazı komosentetik bakteriler NADP koenzimi yerine NAD koenzimi kullanabilir.

Örnek Sorular

42. Seralarda yapılan,

I. yapay ışıklandırma,

II. karbondioksit zenginleştirmesi,

III. gübre kullanımı

yöntemlerinden hangileri ile bitki gelişimi hızlandırılır?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

43. Günümüzde yaşayan bazı canlıların kullandıkları enerji ve karbon kaynağı esas alınarak beslenme tipleri aşağıdaki tablodaki gibi gruplandırılabilir:

Beslenme tipi	Enerji kaynağı	Karbon kaynağı
I	Işık	Karbondioksit
II	İnorganik maddeler	Karbondioksit
III	Organik bileşikler	Organik bileşikler

Buna göre, I, II ve III ile gösterilen beslenme tipleri aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

	I	II	III
A)	Kemoheterotrof	Kemoototrof	Fotoototrof
B)	Kemoheterotrof	Fotoototrof	Kemoototrof
C)	Kemoototrof	Kemoheterotrof	Fotoototrof
D)	Fotoototrof	Kemoheterotrof	Kemoototrof
E)	Fotoototrof	Kemoototrof	Kemoheterotrof

(2016 – YGS)

44. Kemosentez yapan bir organizmada aşağıdaki yapılardan hangisi bulunabilir?

A) Ribozom

B) Çekirdek

C) Klorofil

D) Mitokondri

E) Kloroplast

39	D	40	E	41	B

Örnek Sorular

45. **Ototrof canlıların tamamında,**

I. karbon dioksit kullanımı,

II. ETS'de elektron aktarımı,

III. oksijen üretimi,

IV. klorofilin güneş ışığını soğurması

olaylarından hangileri ortak olarak gerçekleşir?

A) I ve II B) I ve III C) I ve IV

D) II ve III E) III ve IV

46. Kemosentetik canlılar, ihtiyaç duydukları besinleri üretmek için gerekli olan enerjiyi inorganik maddeleri oksitleyerek açığa çıkan kimyasal enerjiden karşılayabilirler.

Buna göre, aşağıdaki inorganik maddelerden hangisi kemosentetik canlılar tarafından enerji kaynağı olarak <u>kullanılmaz</u>?

A) Kükürt B) Hidrojen sülfür

C) Amonyak D) Nitrit

E) Karbon dioksit

(2017 - LYS)

47. **Karanlık ortamda ihtiyacı olan organik besinleri sentezleyebilen bir canlı türü ile ilgili,**

I. Prokaryot hücre yapısındadır.

II. Karbon kaynağı olarak CO_2'yi kullanır.

III. Elektron taşıma sistemine sahiptir.

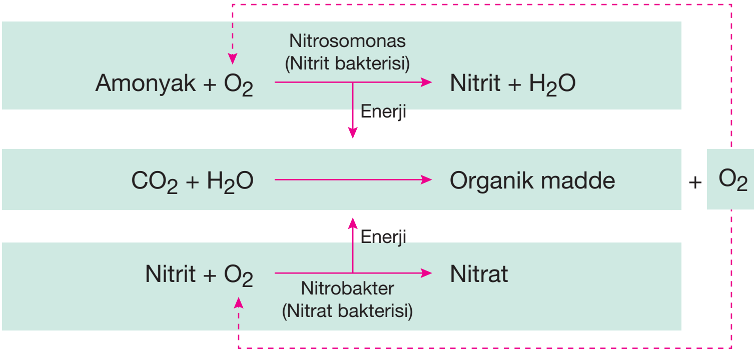
ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

42	E	43	E	44	A

➢ Aşağıda bu bakterilerin gerçekleştirdiği kemosentez olayları özetlenmiştir.



➢ **Fotosentez ve kemosentez olaylarında,**

1. karbon kaynağı olarak karbon dioksit kullanımı,

2. inorganik maddelerin organik maddelere dönüşmesi

ortak olarak gerçekleşir.

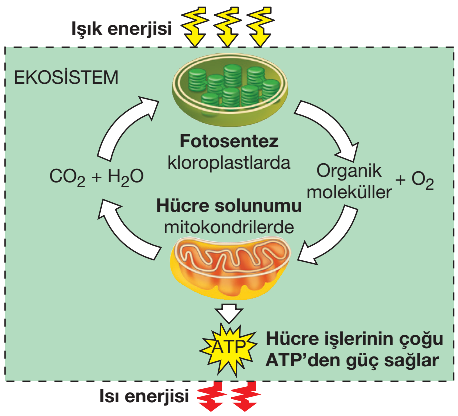
➢ Aşağıdaki fotosentez ve kemosentez olayları karşılaştırılmıştır.

Fotosentez	Kemosentez
• Enerji kaynağı güneş enerjisidir. • Klorofil kullanılır. • Sadece gündüzleri gerçekleşir. • Hem prokaryot hem de ökaryot hücre yapısına sahip canlılarda görülür.	• Enerji kaynağı inorganik maddelerin oksidasyonu sonucu oluşan kimyasal enerjidir. • Klorofil kullanılmaz. • Hem gece hem de gündüz gerçekleşir. • Sadece prokaryot hücre yapısına sahip canlılarda görülür.

FOTOSENTEZ VE SOLUNUM İLİŞKİSİ

➢ Doğadaki canlıların temel enerji kaynağı güneştir. Yeryüzündeki yaşam güneşten gelen enerjiye bağlıdır. Fotosentez yapan canlılar bu enerjiyi kullanarak organik besinleri üretirler. Heterotrof canlılar ise bu organik molekülleri solunum tepkimeleriyle parçalayarak, metabolik aktiviteleri için gerekli olan ATP yi üretirler.

NOT: Bitkiler gündüzleri fotosentez ve solunum tepkimelerini birlikte yaparlar. Ancak gündüzleri gerçekleşen fotosentez miktarı solunumdan daha fazladır. Geceleri solunum tepkimeleri devam ederken, fotosentez tepkimeleri gerçekleşmez.



Fotosentez ve solunum tepkimeleri arasında yakın bir ilişki bulunur.

➢ Aşağıda fotosentez ve oksijenli solunum olayları karşılaştırılmıştır.

Fotosentez	Oksijenli Solunum
• Işık enerjisi, besinlerdeki kimyasal bağ enerjisine çevrilir.	• Besinlerdeki kimyasal bağ enerjisi ATP enerjisine çevrilir.
• Fotofosforilasyon gerçekleşir.	• Substrat düzeyinde fosforilasyon ve oksidatif fosforilasyon görülür.
• $NADP^+$ koenzim görev yapar.	• NAD^+ ve FAD koenzimleri görev yapar.
• ETS kullanılıp, kemiozmotik hipoteze göre ATP üretilir.	• ETS kullanılıp, kemiozmotik hipoteze göre ATP üretilir.
• Işıklı ortamda gerçekleşir.	• Hem ışıklı hem de ışıksız ortamda gerçekleşir.
• Ökaryot canlılarda kloroplast organelinde gerçekleşir.	• Ökaryot canlılarda sitoplazmada başlar, mitokondri organelinde tamamlanır.
• Anabolik bir reaksiyondur.	• Katabolik bir reaksiyondur.
• Endergonik bir tepkimedir.	• Ekzergonik bir tepkimedir.
• Besin ve oksijen üretilir.	• Besin ve oksijen tüketilir.
• Karbon dioksit ve su tüketilir.	• Karbon dioksit ve su üretilir.
• Canlıda kütle artışına neden olur.	• Canlıda kütle azalışına neden olur.

Örnek Sorular

48. Fotosentez ve oksijenli solunum tepkimeleri için aşağıdaki özelliklerden hangisi ortaktır?

A) Substrat düzeyinde fosforilasyon ile ATP sentezi

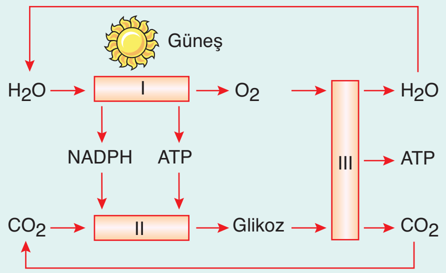
B) NAD^+ koenziminin indirgenmesi

C) Ökaryot hücrelerde sitoplazmada başlama

D) Sadece ototrof canlılarda gerçekleşme

E) ETS birimlerinde yükseltgenme ve indirgenme reaksiyonlarının gerçekleşmesi

49.



Yukarıdaki şemada I, II ve III yerine aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?

	I	II	III
A)	Kemosentez	Fotosentez	Işıktan bağımsız tepkimeler
B)	Işığa bağımlı tepkimeler	Işıktan bağımsız tepkimeler	Oksijenli solunum
C)	Fotosentez	Kemosentez	Oksijenli solunum
D)	Fotosentez	Oksijenli solunum	Oksijensiz solunum
E)	Işıktan bağımsız tepkimeler	Işığa bağımlı tepkimeler	Oksijenli solunum

50. Fotosentez ve solunum tepkimelerinde aşağıdaki moleküllerden hangisi ortak olarak üretilir?

A) Oksijen B) Glikoz C) ATP

D) Karbondioksit E) Pürivat

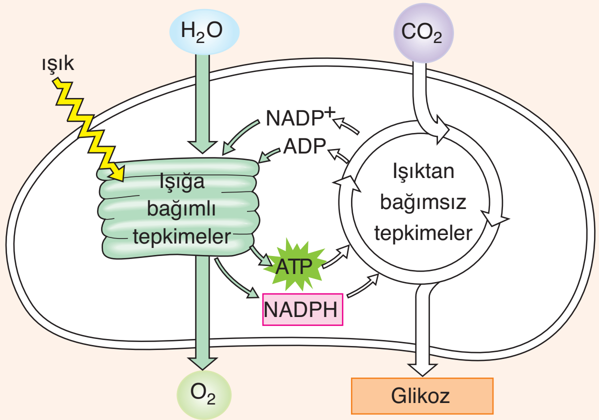
45	A	46	E	47	E
48	E	49	B	50	C

DERS NOTLARI

EK 1

FOTOSENTEZ TEPKİMELERİ :

➢ Fotosentez tepkimeleri **ışığa bağımlı tepkimeler** ve **ışıktan bağımsız tepkimeler (Calvin döngüsü)** olmak üzere iki evrede gerçekleşir.



Fotosentezin genel şeması

1. Fotosentezin Işığa Bağımlı Tepkimeleri

➢ Ökaryot hücrelerde kloroplast organelinin tilakoit zarında gerçekleşir.

➢ Işıktan bağımsız tepkimeler için gerekli olan **ATP** ve **NADPH** molekülleri ile canlılar için gerekli olan **oksijenin** üretilmesini sağlar.

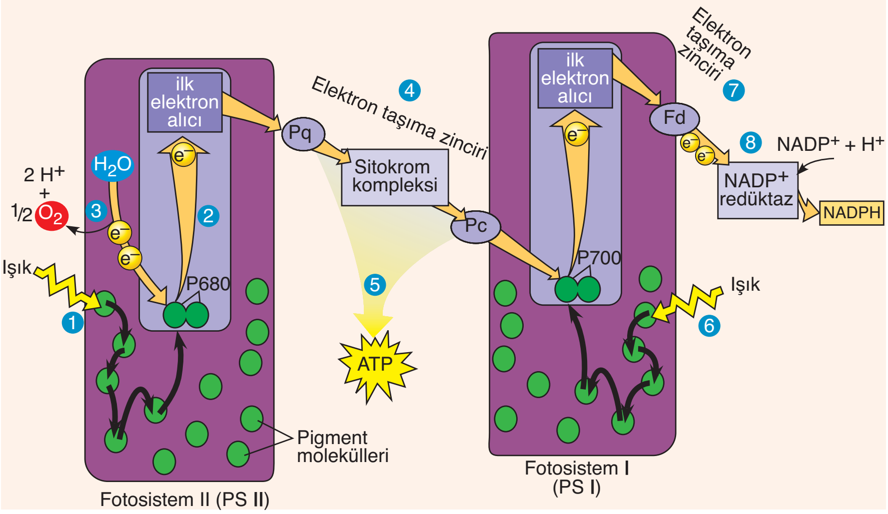
➢ ATP üretimi kemiozmotik hipoteze göre **fotofosforilasyon** ile gerçekleşir.

➢ Işığa bağımlı reaksiyonların gerçekleştiği tilakoit zarda, fotosistemler ile ETS birbirine bağlanmış haldedir.

➢ Elektron taşıma sistemi (ETS) kullanılır. ETS elemanları ferrodoksin (fd), sitokrom b ve sitokrom c'den oluşan sitokrom kompleksi (stk), plastokinon (pq) ve plastosiyanin (pc) dir.

➢ Bu sistemde klorofilden ayrılan elektronlar yükseltgenme ve indirgenme kurallarına göre hareket ederek bir molekülden diğerine aktarılır.

➢ **Aşağıdaki şemada ışığa bağımlı tepkimelerde gerçekleşen olaylar özetlenmiştir.**



Palme Yayınevi

Örnek Sorular

1. **Fotosentezin ışığa bağımlı tepkimelerinde,**

I. su → oksijen,

II. karbondioksit → glikoz,

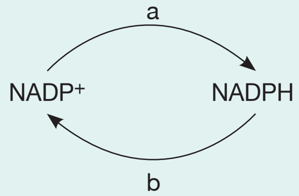
III. ADP → ATP

dönüşüm olaylarından hangileri gerçekleşir?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

2. Aşağıda bitkilerin fotosentezi sırasında meydana gelen bazı dönüşüm olayları verilmiştir.



Bu olaylar ile ilgili,

I. a basamağında $NADP^+$ koenzimi indirgenir.

II. b basamağı stroma sıvısında gerçekleşir.

III. a ve b olayları kesintisiz olarak devam eder.

ifadelerinden hangileri yanlıştır?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

3. **Fotosentezin ışığa bağımlı tepkimelerinde,**

- glikoz,
- ATP,
- NADPH,
- vitamin,
- oksijen,

moleküllerinden kaç tanesi üretilir?

A) 1 B) 2 C) 3

D) 4 E) 5

Örnek Sorular

4. Fotosentezin ışığa bağımlı tepkimelerinde aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşmez?

A) $NADP^+$ koenziminin indirgenmesi

B) Fotosistem II'nin güneş ışığını soğurması

C) Suyun enzimatik bir tepkime yardımıyla ayrışması

D) Kemiozmotik hipoteze göre ATP sentezi

E) Fotosistem II'den ayrılan elektronların fotosistem II'e geri dönmesi

5. Işığa bağımlı tepkimeler ile ilgili,

I. Suyun iyonlaşması ile oluşan elektronlar fotosistem I tarafından tutulur.

II. Fotosistem II'den ayrılan elektronların fotosistem I'e aktarımı sırasında ATP sentezlenir.

III. $NADP^+$ koenziminin indirgenmesi sonucu NADPH molekülü oluşur.

yargılarından hangileri yanlıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

6. Işığa bağımlı tepkimelerde suyun parçalanması sonucu oluşan,

I. elektron,

II. hidrojen,

III. oksijen

moleküllerinden hangileri ışıktan bağımsız tepkimelerde kullanılacak olan moleküllerin sentezinde kullanılır?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

1	C	2	B	3	C

1. Fotosistem II'nin ışığı soğurmasıyla reaksiyon merkezinde bulunan klorofil a'ya ait elektronlar uyarılır ve elektronun enerji seviyesi artar.
2. Bu elektron, klorofil a'dan ayrılır ve ilk elektron alıcı tarafından yakalanır. Elektron kaybeden klorofil a molekülü yükseltgenmiş olur.
3. Tilakoit boşlukta bulunan bir enzim, su molekülünü ayrıştırarak iki elekton, iki proton (H^+) ve bir oksijen atomunu oluşturur.
   - Açığa çıkan elektronlar fotosistemde II'de bulunan klorofil a molekülü tarafından alınır. Böylece klorofil a kaybettiği elektronların yerine elektron almış olur.
   - Açığa çıkan protonlar (H^+) tilakoit boşlukta serbest kalır.
   - Açığa çıkan oksijen atomu, başka bir su molekülünün ayrışması ile oluşan oksijen atomu ile birleşerek O_2'yi oluşturur.

Not: Fotosentez tepkimeleri sırasında kullanılan suyun oksijen atomları glikozun yapısına değil, oluşan oksijen gazının (O_2) yapısına katılır.

4. Uyarılmış ve fotosistem II'den ilk elektron alıcıya geçmiş olan elektron, kloroplastın tilakoit zarında dizilmiş olan elektron taşıma sistemi elemanları aracılığı ile (plastokinon ⟶ sitokrom ⟶ plastosiyanin) fotosistem I'e aktarılır.
5. Elektronların ETS'deki aktarımı sırasında açığa çıkan enerji, tilakoit zarda bulunan ATP sentaz enzimi yardımıyla ATP üretiminde kullanılır.
6. Fotosistem I'in ışığı soğurmasıyla tepkime merkezinde (P700) yer alan klorofil a'daki uyarılmış elektronlar, ilk elektron alıcı tarafından yakalanır. Fotosistem I'de oluşan elektron boşluğu ise fotosistem II'den gelen elektronlar tarafından doldurulur.

Not: Fotosentezin ışığa bağımlı tepkimelerinde fotosistem I'in elektron kaynağı fotosistem II; fotosistem II'nin elektron kaynağı ise sudur.

7. Fotosistem I'deki ilk elektron alıcıdan ayrılan elektronlar ferrodoksinin görev aldığı bir ETS aracılığı ile taşınır.
8. $NADP^+$ redüktaz isimli bir enzim, elektronları ferrodoksinden alarak $NADP^+$ ye taşır. $NADP^+$, gelen bu iki elektron ve stromadan aldığı iki proton ile NADPH + H^+ ye indirgenmiş olur.

Not: Işığa bağımlı tepkimelerde ATP ve NADPH molekülleri stroma sıvısında; oksijen molekülü ise tilakoit boşlukta üretilir.

Not: Işığa bağımlı tepkimelerde üretilen ATP ve NADPH molekülleri ışıktan bağımsız tepkimelerde kullanılır. Açığa çıkan oksijen moleküllerinin bir kısmı oksijenli solunum tepkimelerinde kullanılırken, fazlası atmosfere verilir.

Not: Fotosentezin ışıktan bağımsız tepkimelerinde 1 molekül CO_2'nin kullanılması için, ışığa bağımlı tepkimelerde 3ATP ve 2NADPH üretilir. Yan ürün olarak açığa çıkan O_2'nin büyük bir bölümü ise atmosfere verilir.

Kemiozmotik Hipotez:

- Işığa bağımlı tepkimelerde ATP üretimi (fotofosforilasyon) **kemiozmotik hipoteze** göre gerçekleşir.
- Bu yöntemle ATP sentezi için gerekli olan fotosistemler, elekton taşıma sistemi (ETS) ve ATP sentaz enzimi tilakoit zara gömülü olarak bulunur.
- Bu olayın gerçekleşmesi için öncelikli olarak tilakoit boşluktaki proton (H^+) derişiminin artması gerekir. Bu artış iki farklı şekilde gerçekleşir.
  - Tilakoit boşlukta suyun ayrışması sonucu proton (H^+) miktarı artar.
  - ETS'de elektron aktarımı sırasında bir miktar enerji açığa çıkar. Bu enerji yardımıyla stroma sıvısında bulunan protonlar (H^+), ETS birimleri aracılığı ile tilakoit boşluğa pompalanır.
- Bu iki olay sonucunda tilakoit boşluktaki proton (H^+) derişimi artar (pH değeri düşer). Bu protonlar derişimlerinin yüksek olduğu tilakoit boşluktan **ATP sentaz** enzimi aracılığı ile stromaya aktarılırken ATP sentezlenir.
- Bu olaya **fotofosforilasyon**, zarın iki tarafındaki H^+ yoğunluğuna bağlı olarak ATP sentezlenmesine **kemiozmozis** denir.

Kloroplast ve Mitokondrideki Kemiozmozun Karşılaştırılması:

Kloroplasttaki kemiozmozis	Mitokondrideki kemiozmozis
• ETS birimleri ve ATP sentaz enzimi tilakoit zara gömülü olarak bulunur.	• ETS birimleri ve ATP sentaz enzimi mitokondrinin iç zarına gömülü olarak bulunur.
• ETS'deki elektron aktarımı sırasında açığa çıkan enerji yardımıyla protonlar (H^+) derişimlerinin düşük olduğu stromadan, derişimlerinin yüksek olduğu tilakoit boşluğa pompalanır.	• ETS'deki elektron aktarımı sırasında açığa çıkan enerji yardımıyla protonlar (H^+) derişimlerinin düşük olduğu matriks sıvısıdan, derişimlerinin yüksek olduğu zarlar arası bölgeye pompalanırlar.
• ATP sentaz protonları tilakoit boşluktan stroma sıvısına doğru taşır.	• ATP sentaz protonları zarlar arası bölgeden matriks sıvısına doğru taşır.
• Fotofosforilasyon ile ATP üretilir.	• Oksidatif fosforilasyon ile ATP üretilir.

2. Işıktan Bağımsız Tepkimeler

- Ökaryot hücrelerde kloroplastın stroma sıvısında gerçekleşir.
- Bu tepkimeler Calvin döngüsü ya da karbon tutma reaksiyonları olarak da adlandırılır.

Not: Işıktan bağımsız tepkimeler gündüz gerçekleşir. Tepkimeler sırasında ışık doğrudan gerekli olmasada ışığa bağımlı tepkimelerde açığa çıkan ürünlere (ATP ve NADPH) ihtiyaç duyulur. Ayrıca ışık bu tepkimelerde görev yapan bazı enzimleri aktifleştirir.

Örnek Sorular

7. **Kloroplasttaki kemiozmosiz olayında görev yapan ATP sentaz enzimi ile ilgili,**

I. Hidrojen iyonlarını tilakoit boşluktan stroma sıvısına doğru taşır.

II. Tilakoit zara gömülü olarak bulunur.

III. Hidrojen iyonlarını çok yoğun oldukları ortamdan az yoğun olduklar ortama doğru taşır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

8. **Mitokondri ve kloroplast organellerinde gerçekleşen kemiozmozisde,**

I. ATP üretimi,

II. enzim kullanımı,

III. su üretimi

olaylarından hangileri ortak olarak gerçekleşir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

9. **Aydınlık ortamda bulunan bir bitkideki fotosentez tepkimelerinde,**

I. klorofil,

II. $NADP^+$,

III. su,

IV. karbondioksit

moleküllerinden hangileri elektron kaynağı olarak görev yapar?

A) I ve II B) I ve III C) I ve IV
D) II ve III E) III ve IV

4	E	5	A	6	B

Örnek Sorular

10. Fotosentezin ışıktan bağımsız tepkimelerinde aşağıdaki dönüşüm olaylarından hangisi gerçekleşmez?

A) ATP ⟶ ADP

B) $H_2O \longrightarrow O_2$

C) PGAL ⟶ Glikoz

D) NADPH ⟶ $NADP^+$

E) RMP ⟶ RuBP

11. Fotosentezin ışıktan bağımsız tepkimelerinde aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşir?

A) Fotosfosforilasyon ile ATP üretimi

B) Klorofilin güneş ışığını soğurması

C) ETS'de elektron aktarımı

D) Enerji harcanımı ile organik besin sentezi

E) Suyun parçalanması sonucu oksijen üretimi

12. Fotosentezin ışıktan bağımsız tepkimelerinde,

I. ribuloz bifosfat oluşumu,

II. NADPH molekülünün yükseltgenmesi,

III. karbon dioksitin indirgenmesi

olayları hangi sıra ile gerçekleşir?

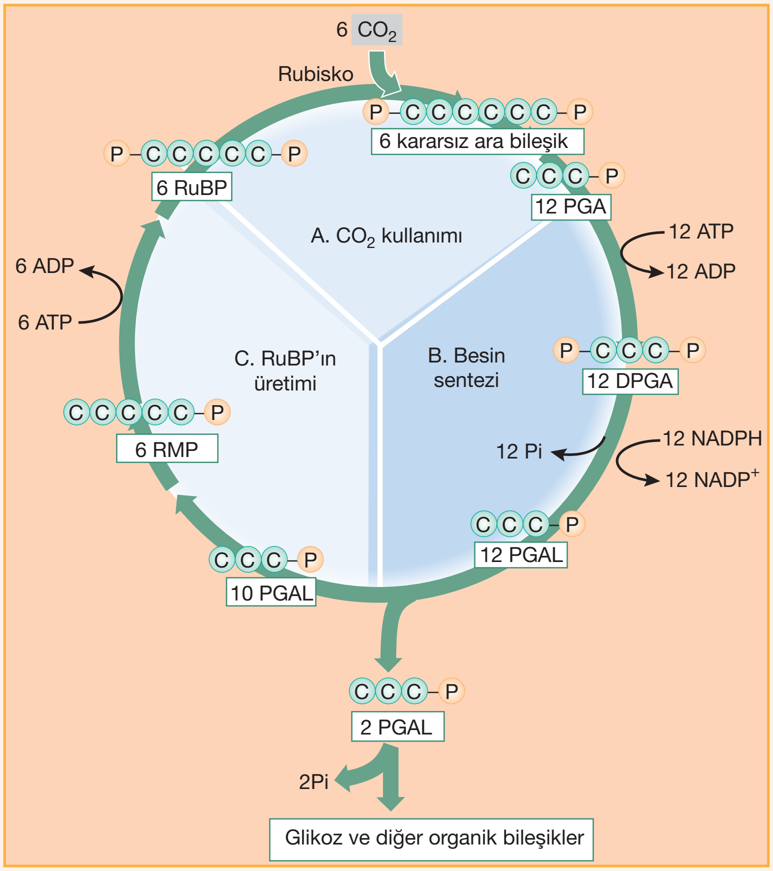
A) I - II - III B) I - III - II C) II - I - III

D) III - I - II E) III - II - I

7	E	8	C	9	B

Palme Yayınevi

- Enzimlerin kullanıldığı bu tepkimeler sıcaklık değişimine karşı duyarlıdır.
- Klorofil ve ETS kullanılmaz. ATP harcanımı ve NADPH'ın yükseltgenmesi gerçekleşir.
- Işığa bağımlı tepkimelerden gelen ATP ve NADPH ile atmosferden alınan CO_2 molekülü kullanılarak organik besinlerin (glikoz gibi) sentezi gerçekleşir.
- Aşağıda ışıktan bağımsız tepkimelerin evreleri verilmiştir.



A: CO_2 kullanımı:

- CO_2 molekülü 5C'lu bir şeker olan RuBP (rübuloz bifosfat) molekülüne bağlanarak altı karbonlu kararsız bir bileşik oluşturur. Bu bağlanmayı rubisko (ribuloz bifosfat karboksilaz) enzimi katalizler.
- Altı karbonlu kararsız bileşik kısa bir sürede parçalanarak 3 karbonlu ve 1 fosfatlı iki molekül fosfogliserik asite (PGA) dönüşür.

NOT: PGA ışıktan bağımsız tepkimelerde oluşan ilk kararlı bileşiktir.

NOT: Rubisko doğada en fazla bulunan enzim çeşididir.

B: Besin sentezi:

- PGA ışıktan bağımsız tepkimelerden gelen ATP'lerin harcanımı ile difosfogliserik asite (DPGA) dönüşür.
- NADPH moleküllerinin yükseltgenmesi sonucu DPGA molekülleri fosfogliser aldehite (PGAL) dönüşür.
- PGAL moleküllerinin bir kısmı glikoz gibi organik besinlerin sentezinde kullanılır.

C: RuBP'ın üretimi:

- Oluşan PGAL'lerin bir kısmı ribuloz monofosfata (RuMP) dönüşür.
- Işığa bağımlı tepkimelerden gelen ATP'den bir fosfatın RuMP'ye aktarılması ile RuBP oluşur. Böylece döngü devam şansı yakalar.

NOT Işıktan bağımsız tepkimelerde bir molekül glikozun üretilebilmesi için **6CO_2**, **12NADPH** ve **18ATP** harcanır.

NOT Fotosentez tepkimeleri sırasında 12 molekül H_2O harcanıp, 6 molekül H_2O üretilir. Bu nedenle harcanan net su 6 moleküldür.

Örnek Sorular

13. Stroma sıvısında oluşan aşağıdaki moleküllerden hangisi ışığa bağımlı tepkimelere dönerek tekrar kullanılabilir?

A) Glikoz

B) PGAL

C) $NADP^+$

D) Ribuloz bifosfat

E) PGA

14. Fotosentezde aşağıdaki olaylardan hangisi ilk olarak gerçekleşir?

A) Oksijen üretilmesi

B) ATP sentezlenmesi

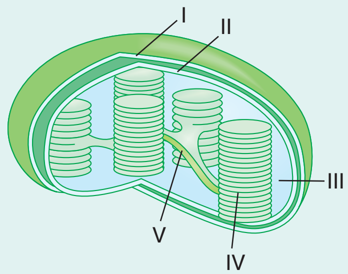
C) Suyun ayrıştırılıp elektronlarının klorofile iletilmesi

D) Elektronun ferrodoksin tarafından tutulması

E) Klorofildeki elektronun enerji düzeyinin yükseltilmesi

(2008 – ÖSS FEN-2)

15. Bir kloroplastın kesiti aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Fotosentezin karbon tutma reaksiyonlarının gerçekleştiği yer hangi numarayla gösterilmiştir?

A) I B) II C) III D) IV E) V

(2011 – LYS)

10	B	11	D	12	E
13	C	14	E	15	C

DERS NOTLARI

1. TEST

1. **Fotosentezin ışıktan bağımsız tepkimelerinde kullanılan,**

I. karbon dioksit,
II. ATP,
III. NADPH,
IV. ribuloz bifosfat

moleküllerinden hangileri ışığa bağımlı tepkimelerden gelir?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III
D) II ve IV E) III ve IV

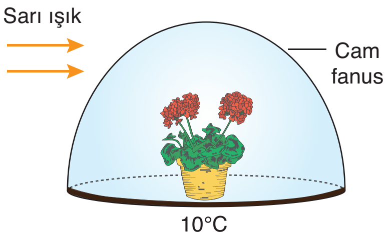
2. **Fotosentez hızını etkileyen,**

I. kütikula kalınlığı
II. stoma sayısı,
III. ışığın dalga boyu,
IV. sıcaklık

faktörleri ile ilgili aşağıda yapılan eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

	Genetik faktörler	Çevresel faktörler
A)	I ve II	III ve IV
B)	I ve IV	II ve III
C)	II ve III	I ve IV
D)	II ve IV	I ve III
E)	III ve IV	I ve II

3.



Yukarıdaki deney düzeneğinde fotosentezin hızını artırmak için,

I. Sarı ışık yerine kırmızı ışık kullanmak.
II. Fanus içine bir miktar KOH çözeltisi koymak.
III. Ortamın sıcaklığın 20° C'ye çıkarmak.

uygulamalarından hangileri yapılmalıdır?

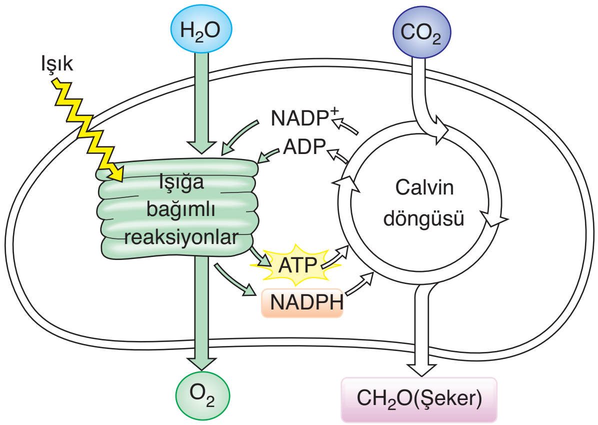
(KOH, CO_2'yi tutar)

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

4. **Fotosentezin ışıktan bağımsız tepkimelerinde aşağıdaki moleküllerden hangisi sentezlenir?**

A) Oksijen B) Glikoz C) ATP
D) Karbondioksit E) NADPH

5.



Fotosenteze ait yukarıdaki şemaya göre aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?

A) Oksijen üretimi, karbondioksit tüketiminden sonra gerçekleşir.
B) Işığa bağımlı tepkimeler granumda gerçekleşir.
C) Calvin döngüsü için gerekli bazı maddeler ışığa bağımlı tepkimelerden üretilir.
D) Tepkimeler sırasında ATP üretimi ve tüketimi gerçekleşir.
E) Calvin düngüsünde NADPH molekülü yükseltgenir.

6. **Aşağıdaki organizmalardan hangisi kloroplast organeli içermediği halde fotosentez yapabilir?**

A) Yeşil alg B) Kara yosunu C) Menekşe
D) Öglena E) Siyanobakteri

7. $H_2O \xrightarrow{\text{Işık}} e^- + H^+ + O_2$

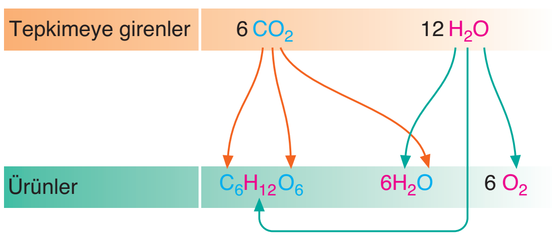
Fotosenteze ait yukarıdaki tepkime ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) Kloroplastın stroma sıvısında gerçekleşir.
B) Oluşan oksijen atmosfere verilebilir.
C) Proton (H^+), tilakoit boşlukta serbest kalır.
D) Elektron fotosistemdeki klorofil pigmentine aktarılır.
E) Tilakoit boşlukta gerçekleşir.

8. Bitkilerin yaptığı fotosentez olayında aşağıdaki moleküllerden hangisi üretilemez?

A) Glikoz
B) Amino asit
C) Kükürt
D) Oksijen
E) ATP

9.



Fotosenteze ait yukarıdaki şemaya göre aşağıdaki ifadelerde hangisi doğru değildir?

A) Substrat olarak inorganik maddeler kullanılır.
B) Suyun ayrışması ile oksijen gazı oluşur.
C) Karbon dioksitin tüm atomları glikozun yapısına katılır.
D) Harcanan su sayısı üretilenden çoktur.
E) Kullanılan suyun hidrojen atomları üretilen glikoz ve suyun yapısına katılır.

10. Kemosentez yapan bir organizma ile ilgili,

I. Prokaryot hücre yapısındadır.
II. İnorganik maddelerin oksidasyonu ile açığa çıkan kimyasal enerjiyi kullanarak kendi besinini üretir.
III. Karbon kaynağı olarak karbon dioksit kullanır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II
B) I ve II
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III

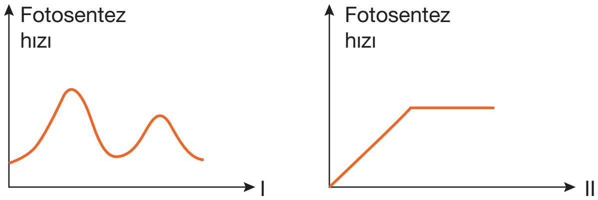
11. Fotosentezin ışığa bağımlı tepkimelerinde,

I. suyun parçalanması,
II. karbon dioksitin indirgenmesi,
III. klorofilin yükseltgenmesi,
IV. ATP üretimi

olaylarından hangileri gerçekleşmez?

A) Yalnız II
B) Yalnız III
C) I ve II
D) II ve III
E) III ve IV

12. Aşağıda fotosentez hızının iki farklı etkene bağlı olarak değişim hızı verilmiştir.



Bu grafiklerdeki I ve II yerine aşağıdakilerden hangisi yazılabilir?

	I	II
A)	Işığın dalga boyu	CO_2 miktarı
B)	Işık şiddeti	Sıcaklık
C)	CO_2 miktarı	Işık şiddeti
D)	Işığın dalga boyu	İnhibitör madde
E)	Işık şiddeti	CO_2 miktarı

13. Fotosentez tepkimelerinde,

I. glikoz üretimi,
II. suyun parçalanması ile oksijen oluşumu,
III. ribuloz bifosfatın karbon dioksit ile birleşmesi

olayları hangi sıra ile gerçekleşir?

A) I - II - III
B) I - III - II
C) II - I - III
D) II - III - I
E) III - I - II

14. Fotosentez yapan tüm organizmalarda aşağıdaki olaylardan hangisi ortak olarak gerçekleşmez?

A) $NADP^+$ koenziminin indirgenmesi sonucu NADPH molekülünün oluşması.
B) İnorganik maddelerin organik besinlere dönüşmesi.
C) Suyun ayrışması sonucu oksijen oluşumu.
D) Klorofilden ayrılan elektronların ETS'de taşınması.
E) Karbon kaynağı olarak karbon dioksit kullanımı.

Palme Yayınevi

1. C	2. A	3. D	4. B	5. A	6. E	7. A	8. C	9. C	10. E	11. A	12. A	13. D	14. C

2. TEST

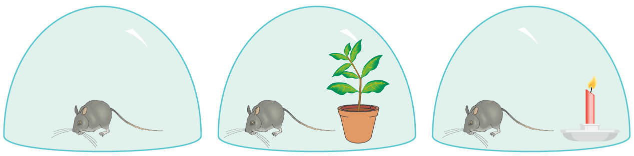
1. **Hidrojen kaynağı olarak H_2S'in kullanıldığı fotosentez tepkimeleri ile ilgili,**

I. Işığa bağımlı tepkimelerde oksijen üretilir.
II. Bazı bakteri türlerinde gerçekleşir.
III. Enerji kaynağı olarak güneş enerjisi kullanılır.

yargılarından hangisi yanlıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

2. **Genetik olarak benzer olan üç fare aşağıdaki özelliklere sahip cam fanuslara konuluyor.**



Bu farelerin yaşam sürelerinin çoktan aza doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

A) II – I – III B) III – I – II C) I – III – II
D) II – III – I E) III – II – I

3. **Fotosentezin gerçekleşebilmesi için aşağıdakilerden hangisi gerekli değildir?**

A) Klorofil B) Ribuloz bifosfat
C) Karbon dioksit D) Işık
E) Oksijen

4. Özdeş yapıdaki üç bitkiden,

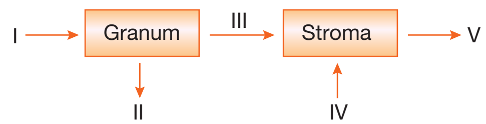
– S bitkisi sarı,
– L bitkisi yeşil,
– N bitkisi mor

ışıkla eşit süreli olarak aydınlatılıyor.

Bu sürecin sonunda bitki kütlelerinin azdan çoğa doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisinden verilmiştir?

A) S - L - N B) L - S - N C) N - S - L
D) L - N - S E) N - L - S

5. Aşağıdaki şemada fotosentez olayı özetlenmiştir.



Şemada numaralandırılmış moleküller ile ilgili aşağıda yapılan eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

A) I → Oksijen B) II → Amino asit
C) III → $NADP^+$ D) IV → Karbon dioksit
E) V → ATP

6. **Fotosentez sonucu üretilen,**

I. glikoz,
II. yağ asiti
III. vitamin,
IV. amino asit

moleküllerden hangileri azot atomu içerir?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III
D) II ve IV E) III ve IV

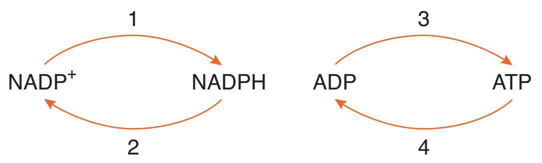
7. **Fotosentezin ışığa bağımlı tepkimelerinde,**

I. klorofilin yükseltgenmesi,
II. $NADP^+$ nin indirgenmesi,
III. CO_2 kullanımı

olaylarından hangileri gerçekleşmez?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

8. Aşağıda fotosentez tepkimeleri sırasında gerçekleşen bazı olaylar numaralandırılarak verilmiştir.



Bu tepkilerin gerçekleştiği fotosentez evreleri aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

	Işığa bağımlı tepkimeler	Işıktan bağımsız tepkimeler
A)	3 ve 4	1 ve 2
B)	2 ve 4	1 ve 3
C)	2 ve 3	1 ve 4
D)	1 ve 3	2 ve 4
E)	1 ve 2	3 ve 4

9. Fotosentezin ışıktan bağımsız tepkimelerinde aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşir?

A) Suyun parçalanması sonucu oksijen üretimi

B) CO_2'nin enzimlerin denetiminde RuBP ile birleşmesi

C) $NADP^+$ koenzimin indirgenmesi

D) Fotofosforilasyon ile ATP üretimi

E) ETS kullanımı

10. Bir bitki hücresinde gerçekleşen fotosentez tepkimeleri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

A) Sitoplazmada başlayıp kloroplastta tamamlanır.

B) Üretilen ATP'lerin bir kısmı mitokondride kullanılır.

C) Sabit ışık şiddetinde, karbon dioksit miktarı sürekli arttırıldığında fotosentezin hızı da sürekli artar.

D) Üretilen glikozun yapısındaki oksijen atomları karbon dioksit molekülünden gelir.

E) Oksijen üretimi ışıktan bağımsız tepkilerde gerçekleşir.

Palme Yayınevi

11. Farklı çiftçiler tarafından gerçekleştirilen,

I. seranın farklı bölgelerine kireç suyu konulması,

II. gece saatlerinde aydınlatılma yapılması,

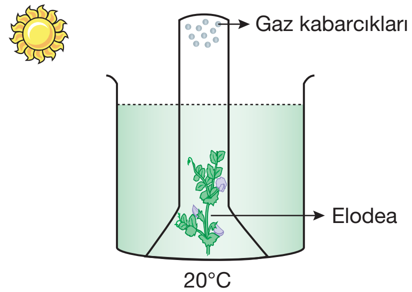
III. toprağa belirli aralıklar ile organik gübre ilave edilmesi

uygulamalarından hangileri ile bir seradan alınan ürün miktarı artırılabilir?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

12.



Yukarıdaki deney düzeneği ile ilgili,

I. Açığa çıkan gaz çeşidi oksijendir.

II. Kaba bir miktar KOH konulması gazın çıkışını hızlandırır.

III. Deneyin karanlık ortama alınması açığa çıkan gaz çeşidini değiştirir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

(KOH, CO_2'yi tutar)

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

13. Aşağıdaki moleküllerden hangisi fotosentez tepkimelerinde tekrar tekrar kullanılamaz?

A) Klorofil B) $NADP^+$

C) ADP D) Enzim

E) CO_2

1. A	2. A	3. E	4. B	5. D	6. E	7. B	8. D	9. B	10. D	11. D	12. C	13. E

Bitkilerin Yapısı

22. Ünite

Örnek Sorular

1. Aşağıdaki yapılardan hangisi bitkinin sürgün sistemine ait değildir?

A) Meyve B) Yaprak
C) Çiçek D) Kök
E) Gövde

2. Aşağıdaki bitkisel dokulardan hangisinde mitoz bölünme görülür?

A) Meristem B) Ksilem
C) Epidermis D) Kollenkima
E) Floem

BİTKİLERİN YAPISI

➢ Tohumlu bir bitkinin vücudunda **kök sistemi** ve **sürgün sistemi** olmak üzere iki çeşit ana sistem bulunur.

➢ Sürgün sistemi, bitkinin toprak üstü organları olan gövde ve yapraklardan oluşur. Toprak altında bulunan kök sistemi genellikle dallanmış bir veya daha fazla kökten oluşur.

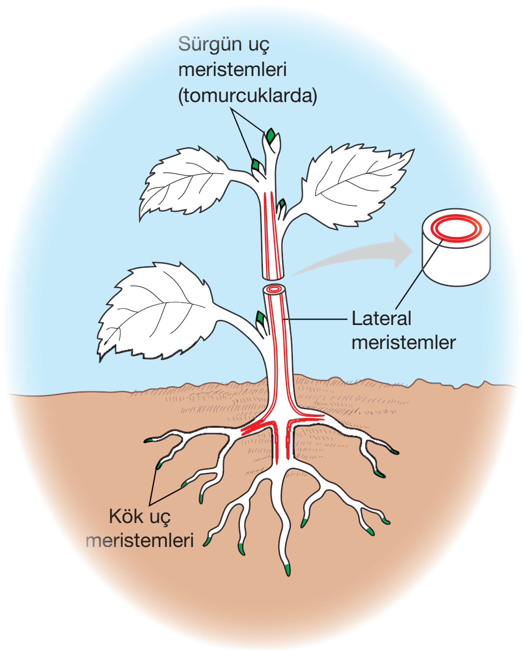
A. BİTKİSEL DOKULAR

➢ Aynı görevi yapmak için özelleşmiş hücrelerden oluşan topluluğa **doku** adı verilir.

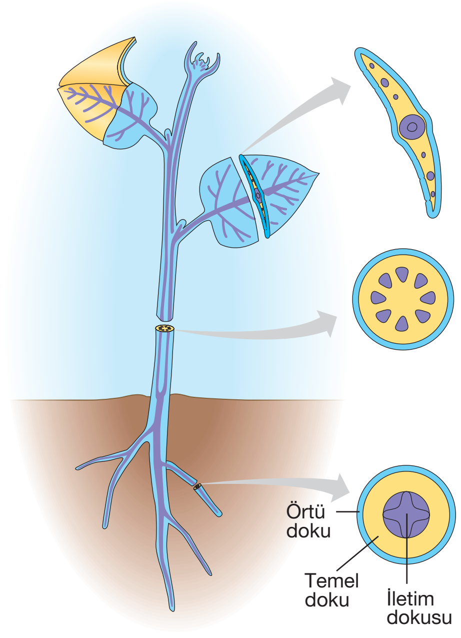
➢ Bitkisel dokular meristem doku, temel doku, iletim dokusu ve örtü doku olmak üzere dört grupta incelenir.

Bitkisel dokular
- Meristem Doku
  - Birincil meristem
  - İkincil meristem
- Temel Doku
  - Parankima
  - Kollenkima
  - Sklerenkima
- İletim Doku
  - Ksilem
  - Floem
- Örtü Doku
  - Epidermis
  - Peridermis

➢ Aşağıda bitkinin yapısında bulunan dört farklı dokunun bitkide bulunduğu kısımlar gösterilmiştir.



Bir bitkinin ana meristem bölgeleri: *Uç meristemler (yeşil) bitkinin boyca uzamasını; yanal meristemler (kırmızı) ise enine kalınlaşmasını sağlar.*



Üç doku sistemi: *Örtü doku sistemi (mavi) bitkinin vücudunu dıştan tamamen örten, koruyucu bir tabaka oluşturur. Kök ve sürgün sistemleri arasında maddeleri taşıyan iletim dokusu sistemi (mor) de bitkinin her yanına dağılmıştır. Fakat bu doku, her bir organda farklı şekilde düzenlenmiştir. Bitkinin metabolik işlevlerinin çoğundan sorumlu olan temel doku sistemi (sarı) ise, her bir organda, örtü doku ve iletim dokusu arasında yer alır.*

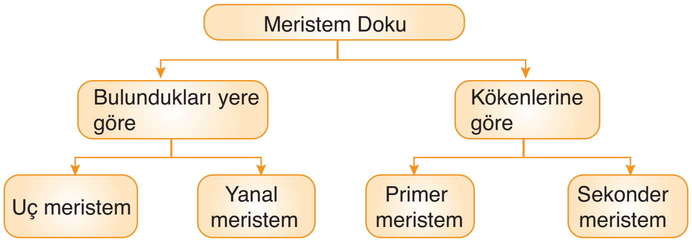
1. MERİSTEM DOKU

➢ Bitkilerin büyüme bölgelerinde bulunur ve sürekli bölünebilme yeteneğine sahip hücrelerden oluşur.

➢ Meristem hücrelerinin bölünmesiyle meydana gelen yeni hücreler farklılaşarak çeşitli dokuları, dokular da organları meydana getirir. Böylece bitki büyür ve gelişir.

➢ Meristem hücreleri bol sitoplazmalı, büyük çekirdekli, ince çeperli, hücreler arası boşlukları olmayan, kofulsuz ya da küçük kofullu hücrelerdir.

➢ Meristem doku bulunduğu yere göre uç (apikal) ve yanal (lateral) meristem; kökenine göre ise primer (birincil) ve sekonder (ikincil) meristem olarak gruplandırılır.



➢ Kök ve gövdenin büyüme noktalarında bulunan uç meristem, bitkinin boyuna büyümesini; kök ve gövdenin yapısında bulunan yanal meristem ise bitkinin enine büyümesini ve kalınlaşmasını sağlar.

➢ Daha önce belirtildiği gibi, meristem doku kökenine göre primer ve sekonder meristem olmak üzere ikiye ayrılır.

a. Primer (Uç) Meristem:

➢ Embriyonik dönemden beri bölünme yeteneğini kaybetmemiş hücrelerden oluşur.

➢ Uç meristemin bölünmesi sonucu oluşan iç içe geçmiş silindir şeklinde üç hücre tabakası bulunur. Bu tabakalar daha sonra farklılaşarak değişmez dokular olan örtü doku, temel doku ve iletim dokuyu oluşturur.

➢ Kök, gövde ve dalların uç kısımlarında (uç meristem) bulunur ve bitkinin boyca uzamasını sağlar. Buna **primer büyüme** denir.

➢ Primer büyüme sonucu gövde ışığa doğru uzanırken, kök kısmı da toprağın derinliklerine doğru uzanır.

b. Sekonder (Yanal) Meristem:

➢ Bölünme yeteneğini kaybetmiş parankima hücrelerinin, hormonların etkisiyle yeniden bölünme özelliğini kazanmasıyla oluşur.

➢ Yanal meristem odunsu bitkilerde **sekonder büyümeyi** sağlar.

➢ Sekonder büyüme, primer büyüme ile oluşan kök ve gövdenin enine kalınlaşmasını sağlar.

NOT: Primer ve sekonder büyüme aynı bitkinin farklı bölgelerinde eş zamanlı olarak gerçekleşir.

➢ Sekonder büyümede demet kambiyumu ve mantar kambiyumu olarak adlandırılan iki çeşit **yanal (lateral) meristem** görev yapar.

➢ **Demet kambiyumu (kambiyum)**, kök ve gövdede yeni iletim demetlerinin oluşmasını sağlar. Bu yeni iletim demetleri sekonder ksilem ve sekonder floem olarak adlandırılır.

Örnek Sorular

3. Bir bitkinin meristem dokusuna ait olan iki hücresinin,

I. kromozom sayısı,
II. bölünme hızı,
III. sitoplazma miktarı

niceliklerinden hangileri farklı olamaz?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

4. Sürekli bölünebilme yeteneğiyle bitkinin enine ve boyuna büyüyebilmesini sağlayan doku aşağıdakilerden hangisidir?

A) Parankima
B) Meristem
C) Sklerenkima
D) Periderm
E) Kollenkima

(2011 – LYS)

5. Meristem doku ile ilgili,

I. Sadece kök ve gövdenin uç bölgelerinde bulunur.
II. Sürekli bölünebilme yeteneğine sahip hücrelerden oluşur.
III. Küçük çekirdekli ve büyük kofullu hücrelere sahiptir.
IV. Kökenine göre primer ve sekonder meristem olmak üzere ikiye ayrılır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III
D) II ve IV E) III ve IV

6. Primer ve sekonder meristem için,

I. parankima hücrelerinin farklılaşması sonucu oluşma,
II. bölünebilen hücrelere sahip olma,
III. tüm bitkilerde ortak olarak bulunma
IV. bitkinin boyca uzamasını sağlama

özelliklerinden hangileri ortaktır?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) II ve III E) III ve IV

1	D	2	A

Örnek Sorular

7. Bitkilerin büyümesi ile ilgili,

I. Sekonder büyüme sonucu kök ve gövde kalınlaşır.

II. Primer ve sekonder büyüme eş zamanlı gerçekleşemez.

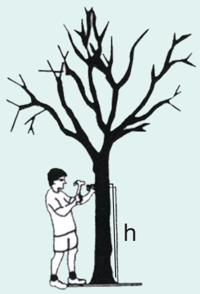
III. Primer büyüme kök ve gövdenin uç noktalarında gerçekleşir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

8. Yaprak döken bir ağacın gövdesinin yerden h yüksekliğindeki bir noktasına uzun bir çivi, 2/3'ü dışarıda kalacak şekilde, öz bölgesine kadar çakılıyor.



Bu bitki 10 yıl sonra incelendiğinde,

I. ağacın gövdesi dışında kalan çivi uzunluğunun aynı kaldığı,

II. ağacın gövdesi dışında kalan çivi uzunluğunun azaldığı,

III. uzayan ağaçta çivinin, h yüksekliğinden daha yukarıda olduğu,

IV. ağacın uzamasına karşın çivinin, h yüksekliğinde kaldığı

durumlarından hangileri gözlenir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve IV

D) II ve III E) II ve IV

(2007 – ÖSS FEN-2)

9. Bitkilerde vasküler (damar) kambiyumunun özellikleriyle ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Kök ve gövdenin enine büyümesini sağlar.

B) Odunsu bitkilerde bulunur.

C) İletim demetlerinin oluşumunu sağlar.

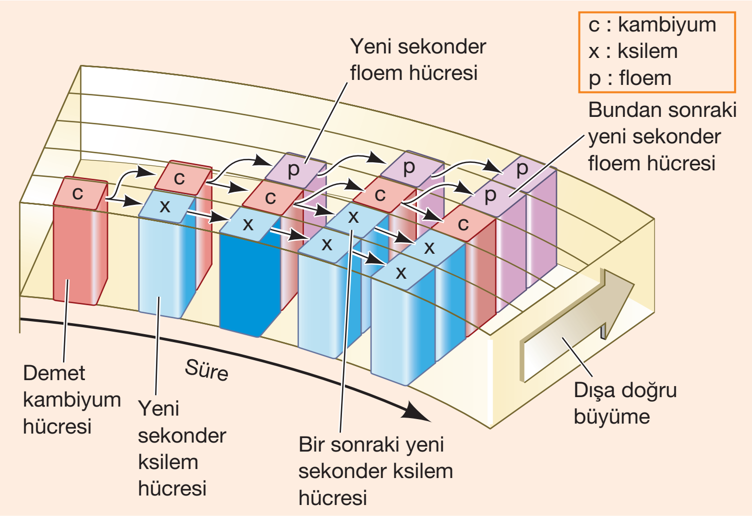
D) Bitkilerin gövdesinde büyüme halkalarını oluşturur.

E) Epidermis hücrelerini oluşturur.

(2011 – LYS)

3	A	4	B	5	D	6	A

➢ Kambiyum içeri doğru bölünerek sekonder ksilemi, dışarı doğru bölünerek sekonder floemi oluşturur. Böylece kök ve gövde enine kalınlaşır.

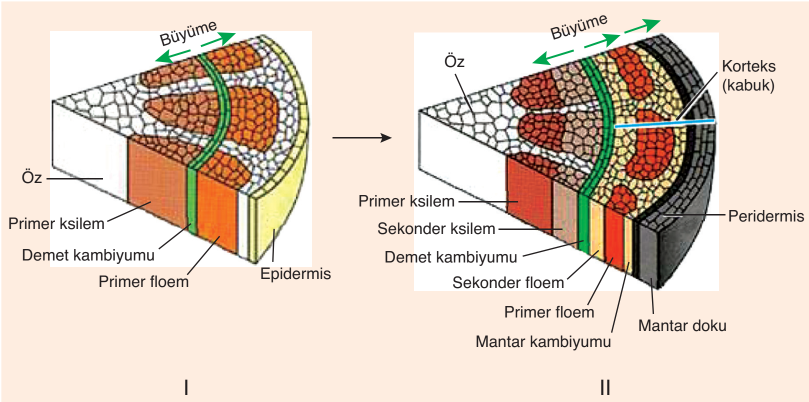


Demet kambiyumunun bölünmesi sonucu kök ve gövde kalınlaşır.

➢ **Mantar kambiyumu** ise sekonder büyüme sonucu parçalanan epidermisin yerine mantar dokuyu oluşturur. Mantar doku, gövdedeki su kaybını önler; gövdeyi fiziksel hasarlara ve hastalık etkenlerine karşı korur.

NOT: Mantar doku ve mantar kambiyumu peridermisi oluşturur. Peridermisin arasındaki boşluklara lentisel denir. Gövdenin en dış kısmında bulunan kabuk peridermis ve floemden oluşur

➢ **Aşağıda gövdenin enine kalınlaşması şematize edilmiştir:**



I. Primer ksilem ve floem arasında kambiyum oluşur.

II. Kambiyum içe doğru bölünerek sekonder ksilemi, dışa doğru bölünerek sekonder floemi oluşturur. Mantar kambiyum ise gövdenin dış kısmında dökülen epidermis yerine mantar dokuyu oluşturur.

NOT: Kambiyumun bölünerek sekonder ksilemi oluşturmasıyla primer ksilem merkeze doğru; sekonder floemi oluşturmasıyla primer floem dışarı doğru itilir.

➢ Odunsu bir gövdede içten dışa doğru aşağıdaki yapılar bulunur:

Öz ⟶ primer ksilem ⟶ sekonder ksilem ⟶ kambiyum ⟶ $\underbrace{\text{sekonder floem} \longrightarrow \text{primer floem} \longrightarrow \underbrace{\text{mantar kambiyumu} \longrightarrow \text{mantar doku}}_{\text{Peridermis}}}_{\text{Kabuk}}$

2. TEMEL DOKU

➢ Temel dokuda birbirinden farklı özelliklere sahip parankima, kollenkima ve sklerenkima hücreleri bulunur.

a. Parankima:

➢ Hücreleri genelde canlı ince çeperli ve bol sitoplazmalıdır.

➢ Bitkinin her organında bulunan ve bitkinin ihtiyacına göre her türlü değişime uğrayabilen bir dokudur.

NOT: Sekonder meristem parankima hücrelerinin farklılaşması sonucu oluşur.

➢ Parankima hücreleri metabolik işlevlerine göre, dört grupta incelenir.

- **Özümleme parankiması** özellikle yaprağa ait mezofil tabakasında bulunur. Kloroplast içerdiğinden fotosentez yapabilir. Yaprakta bulunan palizat ve sünger parankimaları, özümleme parankimasıdır.
- **İletim parankiması,** iletim demetleri ile bitkinin diğer dokuları arasında su ve besin alış verişini sağlar. Örneğin ksilemdeki suyu özümleme parankimasına; özümleme parankimasında üretilen glikozu ise floeme taşır.
- **Depo parankiması** daha çok kök, gövde, tohum ve meyve gibi kısımlarda bulunur. Hücreleri nişasta yağ, protein ve su gibi molekülleri depolar.
- **Havalandırma parankiması,** hücrede üretilen ya da kullanılmak üzere bitkiye alınan gazları, hücreler arasındaki boşluklarda depolar. Su ve bataklık bitkilerinde bol miktarda bulunur.

b. Kollenkima:

➢ Canlı hücrelerden oluşur.

➢ Eğilme, bükülme ve çarpmaya karşı bitkiye mekanik destek sağlar. Bitkilerin genç gövdelerinde, yaprak ve çiçek sapı gibi kısımlarında bulunur.

➢ Hücrelerinin çeperleri **selüloz** ve **pektin** birikimi sonucu kalınlaşır. Çeper kalınlaşması düzensizdir.

➢ Selülozun oluşturduğu kalınlaşmalar yalnız hücre köşelerinde görülürse **köşe kollenkiması,** paralel çeperlerde görülürse **levha kollenkiması** adını alır.

c. Sklerenkima:

➢ Hücreleri ilk oluştuklarında canlı olup, işlevsel olgunluğa ulaştıklarında canlılıklarını kaybederler.

NOT: Hücre çeperinin kalınlaşması sonucu geçitler kapanır ve madde alış verişi durur. Bu durum hücrenin ölümüne neden olur.

➢ Hücre çeperleri **selüloz** ve **lignin** gibi maddelerin birikimi sonucu kalınlaşır. Çeper kalınlaşması düzenlidir.

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

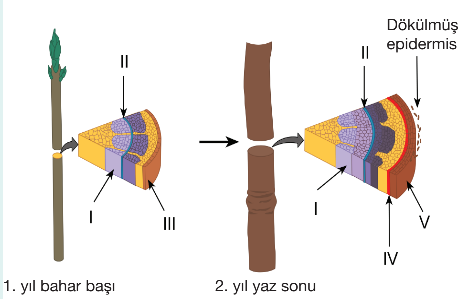
10. Parankima dokuya ait olan canlı hücrelerinin tamamında,

I. protein sentezi,
II. fotosentez,
III. oksijenli solunum

olaylarından hangileri ortak olarak gerçekleşir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

11. Şekilde iki yıllık odunsu bir bitkinin, aynı yıl içinde bahar mevsimi başı ve yaz mevsimi sonundaki gövde büyümesi gösterilmiştir.



Buna göre yaz mevsiminin sonunda, gövdede, numaralarla gösterilen dokularla ilgili aşağıdakilerden hangisi <u>söylenemez</u>?

A) V numaralı doku, III numaralı dokunun yerini alan peridermdir.
B) IV numaralı doku, bir sekonder meristemdir.
C) II numaralı doku, yıllık yaş halkalarını oluşturur.
D) V numaralı doku, hücreler arası boşluk içermez.
E) I numaralı dokuya ait hücrelerin boyutları mevsime bağlı değişiklik gösterir.

(2017 – LYS)

12. Aşağıdaki dokulardan hangisine ait hücreler işlevsel olgunlukta metabolik etkinlik <u>gerçekleştiremezler</u>?

A) Kollenkima
B) Mantar kambiyumu
C) Uç meristem
D) Sklerenkima
E) Parankima

7	D	8	E	9	E

Örnek Sorular

13. **Bitkisel yapılar ile ilgili aşağıda verilenlerden hangisi doğru değildir?**

A) Kambiyumun bölünerek farklılaşması sonucu ksilem ve floem oluşur.

B) Kollenkima hücrelerinin çeperlerinde düzensiz kalınlaşma görülür.

C) Sklerenkima hücrelerinin çeperleri pektin ve selüloz birikimi sonucu kalınlaşır.

D) Mantar kambiyumunun farklılaşması sonucu mantar doku oluşur.

E) Depo parankiması daha çok kök, gövde ve tohum gibi kısımlarda bulunur.

14. **Ksilemin oluşum aşamalarında,**

I. ara çeperlerin tamamen erimesi,

II. hücrelerinin sitoplazma ve çekirdeklerini kaybetmesi,

III. yan çeperlerin selüloz ve lignin birikimi sonucu kalınlaşması

olaylarından hangileri gerçekleşir?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

15. **Bir bitkide,**

I. meristem,

II. temel,

III. iletim,

IV. örtü

dokularından hangileri kesin olarak bulunur?

A) I ve II B) III ve IV C) I, II ve IV D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

16. **Bir bitkiye ait olan,**

I. kollenkima,

II. epidermis,

III. floem,

IV. parankima

hücrelerinden hangileri temel dokuya aittir?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III D) II ve IV E) III ve IV

10	D	11	D	12	D

Palme Yayınevi

➢ Hücreleri şekillerine göre **lifler** ve **taş hücreleri** olmak üzere ikiye ayrılır.

NOT Kollenkima ve sklerenkima, bitkilerde destek elemanı olarak görev yapar. Damarlı bitkilerde ksilem bu göreve yardımcı olur.

NOT Aşağıda kollenkima ve sklerenkima dokuları karşılaştırılmıştır.

Kollenkima	Sklerenkima
• Temel dokuya aittir.	• Temel dokuya aittir.
• Destek elemanı olarak işlev görür.	• Destek elemanı olarak işlev görür.
• İşlevsel olgunlukta canlı hücrelerden oluşur.	• İşlevsel olgunlukta ölü hücrelerden oluşur.
• Çeper kalınlaşması düzensizdir.	• Çeper kalınlaşması düzenlidir.
• Hücre duvarından selüloz ve pektin birikir.	• Hücre duvarında selüloz ve lignin birikir.

3. İLETİM DOKU

➢ Bitki vücudunun her yerine yayılan iletim dokusu madde taşınmasını sağlayan bir sistem oluşturur.

➢ İletim dokusu **ksilem** (odun boruları) ve **floem** (soymuk boruları) olmak üzere iki kısımdan oluşur. Gelişmiş bitkilerde bu iki yapı beraber bulunur ve **iletim demetlerini** meydana getirir.

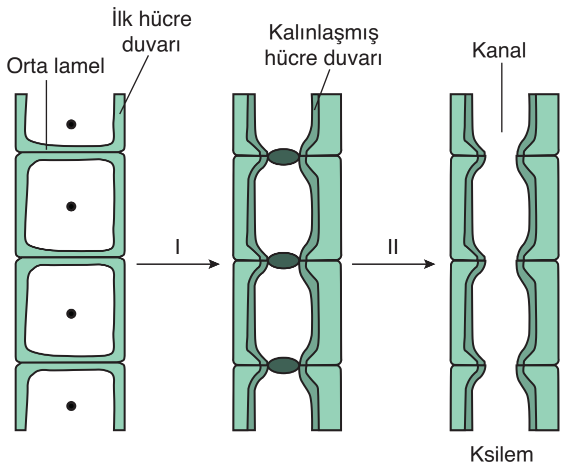
NOT Kara yosunları ve ciğer otları gibi bitkilerde iletim doku bulunmaz. Madde iletimi osmoz, difüzyon ve aktif taşıma gibi olaylarla gerçekleştirilir.

a. Ksilem:

➢ **Görevi:** Su ve suda çözünmüş mineralleri köklerden gövdeye ve gövdenin bir uzantısı olan yapraklara doğru taşır.

➢ Trake ve trakeid hücrelerinden oluşup bitkiye mekanik destek sağlar.

➢ **Aşağıda ksilemin oluşum aşamaları verilmiştir:**



I. Üst üste gelen meristem hücrelerinin çekirdek ve sitoplazmaları kaybolur. Ara çeperler erimeye başlar ve yan çeperler lignin birikimi sonucu kalınlaşır.

II. Hücreler arasında bulunan çeperler tamamen erir ve ölü hücrelerden meydana gelen ksilem oluşur.

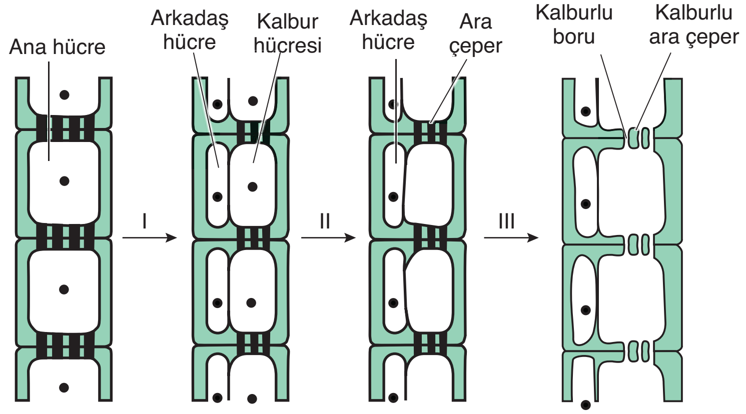
NOT Ksilem borularının çaplarının çok dar olması suyun köklerden yaprağa doğru taşınımını kolaylaştırır.

b. Floem:

- **Görevi:** Yapraklarda fotosentez sonucu oluşan glikoz gibi organik besinleri köke doğru; köklerdeki organik besinleri ise yaprağa doğru taşır.
- Kalburlu hücre ve arkadaş hücresi olmak üzere iki tip hücreden oluşmuştur.
- Kalburlu hücrelerin sitoplazmaları bulunurken çekirdek, merkezi koful ve ribozomları yoktur. Bu yapıların bulunmaması floem özsuyunun kalburlu borular içinde kolayca akmasını sağlar.
- Kalburlu hücrelerin birbirine bakan komşu çeperlerinin yer yer erimesiyle **kalburlu plak,** bu yapıya sahip hücrelerin üst üste dizilmesiyle **kalburlu borular** oluşur.
- Arkadaş hücreleri, kalburlu hücrelerin yanında yer alır. Bu hücrelere fotosentez ürünlerinin depolanması ve iletilmesi işlemlerinde kalburlu hücreler ile birlikte çalışır.

NOT Arkadaş hücrelerinin çekirdek ve ribozomları vardır. Bu hücreler geçitler ile kalburlu hücrelere bağlanır ve gerekli maddeleri bu kanallar aracılığı ile kalburlu hücrelere aktarır.

- **Aşağıda floemin oluşum aşamaları verilmiştir:**



I. Ana hücrenin eşit olmayan bölünmesi sonucunda arkadaş ve kalburlu hücre oluşur.

II. Kalburlu hücrenin çekirdekleri kaybolur ve ara çeperi erimeye başlar.

III. Ara çeperleri yer yer eriyen kalburlu hücrelerin üst üste dizilmesi sonucu kalburlu borular oluşur.

NOT Aşağıda ksilem ve floem dokuları karşılaştırılmıştır.

Ksilem	Floem
• İşlevsel olgunlukta ölü hücrelerden oluşur.	• İşlevsel olgunlukta canlı hücrelerden oluşur.
• Madde iletimi tek yönlüdür.	• Madde iletimi çift yönlüdür.
• Madde iletimi pasif taşıma ile gerçekleşir.	• Madde iletimi pasif ve aktif taşıma ile gerçekleşir.
• Madde iletimi hızlıdır.	• Madde iletimi ksileme göre yavaştır.
• Trake ve trakeid hücrelerinden oluşur.	• Kalburlu hücreler ve arkadaş hücrelerinden oluşur.

Örnek Sorular

17. **Ksilem ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?**

A) Su ve mineral taşınımını sağlar.
B) Trake ve trakeid hücrelerinden oluşur.
C) Bitkinin dik durmasına yardımcı olur.
D) Ölü hücrelerden oluşur.
E) Epidermis dokusundan farklılaşır.

18. **Floemi oluşturan kalburlu ve arkadaş hücreler için,**

I. madde taşınımında görev yapma,
II. çekirdekli hücrelerden oluşma,
III. alt alta gelen hücreleri arasındaki çeperlerin yer yer erimesi

özelliklerinden hangileri ortaktır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

19. **Aşağıdakilerden hangisi iletim demetlerini oluşturan ksilem ve floemin ortak özelliğidir?**

A) Ölü hücrelerden oluşma
B) Çift yönlü madde taşınmasını sağlama
C) Hücreler arasındaki çeperlerin tamamen erimesi
D) Damarlı bitkilerde bulunma
E) Solunumla ATP üretme

20. **Floem ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?**

A) Canlı hücrelerden oluşur.
B) Organik madde taşınımını sağlar.
C) Mitoz ile bölünerek hücre sayısını artırır.
D) Kalburlu boru demetlerinde madde iletimi çift yönlü gerçekleşir.
E) Odunsu bitkilerde kambiyumun dış kısmında bulunur.

13	C	14	E	15	C	16	B

Örnek Sorular

21. **Bir ağacın bir dalının kabuğundan floem hücreleri, kambiyum da dâhil olmak üzere halka şeklinde kesilip çıkarıldığında aşağıdakilerden hangisinin gerçekleşmesi beklenir?**

A) Ağacın kuruması

B) Bu dalda üretilen fotosentez ürünlerinin diğer kısımlara taşınmasının engellenmesi

C) Kökle alınan su ve madensel tuzların bu dalın ucuna ulaşamaması

D) Bu daldaki yapraklarda fotosentez olmaması

E) Ağaçta meyve oluşumunun ortadan kalkması

(2012 – LYS)

22. **Bitkilere ait örtü doku ile ilgili,**

I. Hücreleri su ve besin depolar.

II. Diğer dokuları çevresel etkilere karşı korur.

III. Terleme ile gerçekleşen su kaybını azaltır.

IV. Bazı hücreleri mitoz bölünme geçirir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III D) II ve IV E) III ve IV

23. **Aşağıdakilerden hangisi epidermis hücrelerinin farklılaşması ya da salgı yapması sonucu oluşmaz?**

A) Stoma B) Lentisel C) Emergens D) Kütikula E) Tüy

24. **Bir bitkinin yaprağında bulunan epidermis hücreleri, kök epidermisinden farklı olarak,**

I. gaz alış-verişini sağlama,

II. kütikula salgılama,

III. stoma oluşturma,

IV. fotosentez yapma

faaliyetlerinden hangilerini gerçekleştirebilir?

A) I ve II B) II ve III C) II ve IV D) I, II ve IV E) II, III ve IV

17	E	18	A	19	D	20	C

4. ÖRTÜ DOKU

- Bitkinin tüm yüzeyini adeta deri şeklinde örten, bitkiyi su kaybına, çeşitli fiziksel ve kimyasal etkilere karşı koruyan dokudur.
- Epidermis ve peridermisten oluşur.

a. Epidermis:

NOT: Epidermis hücreleri kloroplast içermediğinden fotosentez yapamaz.

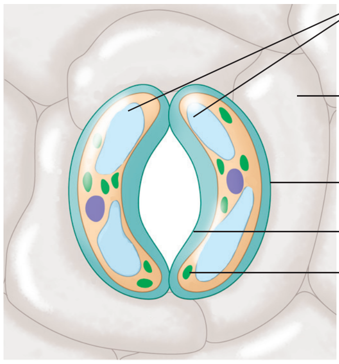
- Otsu bitkilerin tüm yüzeylerini, odunsu bitkilerin ise genç kısımlarını örter.
- Hücreleri düzenli dizilmiş olup, aralarında boşluk bulunmaz.
- Hücrelerinin dışa bakan çeperleri kütin olarak adlandırılan madde salgılar. Bu maddenin birikimi sonucu **kütikula** tabakası oluşur.
- Mumsu bir tabaka olan kütikula bitkinin su kaybını azaltır.

NOT: Kütikula tabakasının kalınlığı bitkinin yaşadığı ortama göre değişir. Nemli ortam bitkilerinin kütikulası ince, kurak ortam bitkilerinin ise kalındır.

NOT: Bitkinin toprak altı organlarında (kök sistemi) kütikula tabakası bulunmaz.

- Epidermis hücrelerinin farklılaşması sonucu stoma, hidatot, tüy ve emergens (diken) gibi yapılar oluşur.

I. Stoma:



Stomanın yapısı

- Stomalar bir çift **bekçi hücre (kilit)** ile bu hücrelerin arasındaki bir açıklıktan oluşur.
- Bekçi hücreleri kloroplast içerdiğinden fotosentez yapabilir.
- Stomanın görevleri:
  1. Bitkinin gaz alış verişini sağlar.
  2. Terleme ile ısı ve buhar halinde su atılımını kontrol eder.

II. Hidatot:

- Yaprakların kenarlarında ve uçlarında bulunan açıklıklardır.
- Geceleri terlemenin olmadığı ya da havanın neme doyduğu zamanlarda alınan fazla suyun sıvı olarak atılmasını sağlar. Bu olaya **damlama (gutasyon)** denir.

NOT Aşağıda bitkilerde gerçekleşen terleme ve damlama olayları karşılaştırılmıştır.

Terleme	Damlama
• Stoma ile gerçekleşir.	• Hidatot ile gerçekleşir.
• Su buhar halinde atılır.	• Su sıvı olarak atılır.
• Mineral atılımı olmaz.	• Suyla beraber mineral de atılır.
• Bitkilerin çoğunda görülür.	• Daha çok nemli bölgelerde yaşayan otsu bitkilerde görülür.

III. Tüyler:

- Epidermis hücrelerinin dışarıya doğru meydana getirdikleri çıkıntılardır.
- Tüyler, bitkinin türüne ve yaşadığı çevre koşullarına göre farklı yapı ve göreve sahip olabilirler.
- **Örtü tüyleri** su kaybını azaltarak sıcak havalarda bitkiyi korur. Isırgan otunda bulunan **savunma tüyleri** hayvanlara karşı koruma sağlar. Nane gibi bitkilerde **salgı tüyleri** uçucu ve hoş kokulu maddeler salgılarken, sarmaşık bitkisindeki **tırmanma tüyleri** tutunma görevi yapar. **Kök emici tüyleri** su ve suda çözünmüş mineralleri emme işlevinde görev alır.

IV. Emergensler (dikenler):

- Bitkilerin kendilerini korumak ve savunmak için geliştirdiği yapılardır.
- Tüylerden farkı yapısına epidermis hücrelerinin yanı sıra parankima hatta iletim doku elemanlarının da katılmasıdır.

b. Peridermis:

- Çok yıllık bitkilerde kök ve gövdedeki enine kalınlaşma sonucu parçalanan epidermisin yerini ikincil bir koruyucu doku olan peridermis alır.
- Peridermis mantar kambiyumu ve mantar dokudan oluşur.
- Hücrelerinin çeperinde biriken süberin, bitkinin su kaybını önler. Ayrıca bitkiyi sıcak, soğuk ve mekanik etkilerden korur.
- Peridermisin üzerinde **lentisel** (kovucuk) adı verilen açıklıklar bulunur. Bu yapılar gövde içinde bulunan canlı hücreler ile dış ortam arasındaki açıklıklar arasında gaz alış verişini sağlar.

NOT Lentisellerden oksijen gazı alınıp, karbon dioksit gazı verilir.

NOT Aşağıda stoma ve lentisel yapıları karşılaştırılmıştır.

Stoma	Lentisel
• Epidermiste bulunur.	• Peridermiste bulunur.
• Canlıdır.	• Ölüdür.
• Açılıp-kapanabilir.	• Sürekli açıktır.
• Yaprak ve otsu gövdede bulunur.	• Odunsu gövdede bulunur.
• Gaz alış-verişi ve terleme yapar.	• Gaz alış-verişi ve az miktarda terleme yapar.

Örnek Sorular

25. Damlama,

I. hidatot ile gerçekleşme,
II. su kaybına neden olma,
III. mineral atılımını sağlama

olaylarından hangileri ile terleme olayından ayırt edilebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

26. Bitkilerde, aşağıdakilerin hangisinde verilen yapı, karşısındaki işlevi <u>yapmaz</u>?

	Yapı	İşlev
A)	Mumsu tabaka	Gaz alışverişini kolaylaştırma
B)	Tüyler	Aromatik kimyasallar salgılama
C)	Hidatot	Fazla suyu dışarı atma
D)	Stoma hücresi	Fotosentezi gerçekleştirme
E)	Salgı cepleri	Böceklerde tozlaşmaya yardımcı olma

(2012 – LYS)

27. Stoma ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru <u>değildir</u>?

A) Peridermis hücrelerinden farklılaşır.
B) Gaz alış verişini gerçekleşirtirir.
C) İki bekçi hücre ve bir açıklıktan oluşur.
D) Terleme ile su ve ısı atılımını sağlar.
E) Kurak bölge bitkilerinde az sayıda bulunur.

21	B	22	C	23	B	24	B

Örnek Sorular

28. **Aşağıda bazı doku hücreleri ve bu hücrelerin farklılaşması sonucu oluşan yapılar verilmiştir. Bu eşleştirmelerden hangisi doğrudur?**

A) Sklerenkima ⟶ Kollenkima

B) Epidermis ⟶ Lentisel

C) Peridermis ⟶ Emici tüy

D) Parankima ⟶ Epidermis

E) Kambiyum ⟶ Floem

29. I. Yapraklarda bulunan ve suyun sıvı olarak atılmasını sağlayan yapı.

II. Mantar kambiyumundan oluşan koruyucu doku.

III. Canlı hücrelerden oluşan ve organik besin taşıyan iletim dokusu.

Bitkilere ait yukarıdaki özelliklere sahip yapılar aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

	I	II	III
A)	Stoma	Peridermis	Floem
B)	Kütikula	Epidermis	Ksilem
C)	Hidatot	Peridermis	Floem
D)	Stoma	Epidermis	Floem
E)	Hidatot	Epidermis	Ksilem

30. **Stoma ve lentisel hücreleri için,**

I. gaz alış verişi gerçekleştirme,

II. yaprak gibi otsu kısımlarda bulunma,

III. epidermis hücrelerinin farklılaşması sonucu oluşma,

IV. bitkinin dış yüzeyinde bulunma

özelliklerinden hangileri ortaktır?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III

D) II ve IV E) III ve IV

25	C	26	A	27	A

➢ Bitkinin metabolizma ürünlerini bitkiye zarar vermeyecek şekilde kimyasal değişime uğratıp depolayan ve dışarı veren hücreler, hücre toplulukları, tüyler, cepler ve kanallar salgı elemanlarıdır.

➢ **Salgı hücreleri;** canlı, bol sitoplazmalı, büyük çekirdekli ve golgi organeli bakımından zengindir. Bu hücreler tek tek ya da gruplar halinde diğer dokuların arasına dağılmıştır.

➢ **Salgı maddelerinin başlıca işlevleri aşağıda özetlenmiştir:**

1. Reçine ve tanenli salgılar, bitkileri zararlı mikroorganizmalar ve hayvanlardan korur.

2. Çiçeklerde bulunan koku ve bal özü salgısı böcekleri çekerek bitkinin tozlaşmasına yardımcı olur.

3. Hormonlar bitkilerin büyüme, gelişme, çiçek açma ve çimlenme gibi olaylarını düzenler.

4. Isırgan otu gibi bitkilerde salgı üreten yakıcı tüyler bitkinin korunmasını sağlar.

5. Böcekçil bitkiler protein sindirici enzim salgılar.

B. KÖK

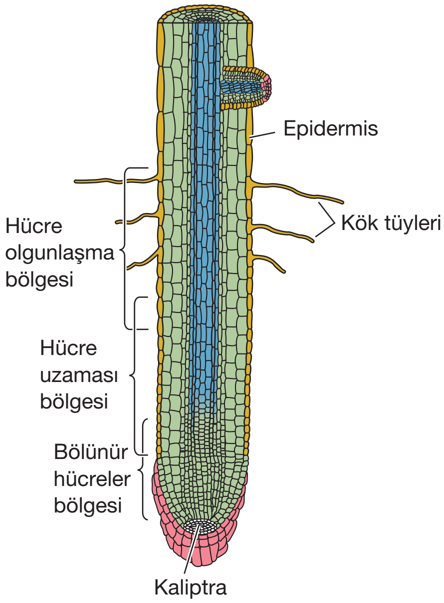
➢ Kök, bitkiyi toprağa bağlayarak topraktan su ve suda çözünmüş minerallerin alınmasını sağlayan organdır.

➢ Tohumun çimlenmesi sırasında embriyonik kök (radikula), yer çekimi yönünde büyüyerek **ana kökü** oluşturur. Ana kökün dallanması ile toprak altında **yan kökler** oluşur.

a. Kökün boyuna kesiti:

➢ Kök ucu; kaliptra, hücre bölünme bölgesi, uzama bölgesi ve olgunlaşma bölgesi olmak üzere dört bölümde incelenir.

- **Kaliptra,** kök toprağın içinde ilerledikçe, kökün büyümekte olan narin yapılı bölgelerini korur. Bu yapı ayrıca kök ucunun temas ettiği toprağı kayganlaştıran bir salgı (mukopolisakkarit) salgılar. Kaliptra hücreleri çoğunlukla zarar görür ve aşınarak dökülür. Bu nedenle hücreleri sürekli olarak yenilenir.



Kökün boyutuna kesiti

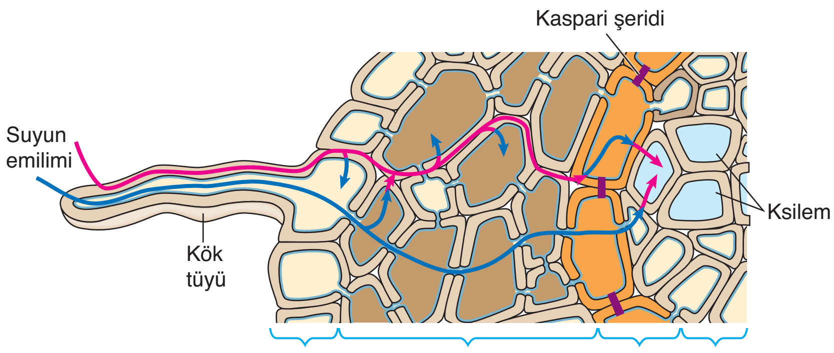
- **Hücre bölünme bölgesi** kök ucunun merkezinde bulunan uç meristem hücrelerinden oluşur. Kökün boyca uzamasını sağlar. Bu bölgenin uç kısmına **büyüme konisi** denir.

Palme Yayınevi

- **Uzama bölgesinde,** hücrelerin boyca uzaması sonucu dikey yönde büyüme gerçekleşir.
- **Olgunlaşma bölgesinde** yoğun olarak emici tüyler bulunur.

b. Kökün enine kesiti:

➢ Genç bir kökte dıştan içe doğru; epidermis, korteks, endodermis ve merkezi silindir bulunur.



Kökün enine kesiti

➢ **Epidermis:** Kökün en dışında bulunan örtü dokudur. Bu tabakadan farklılaşan emici tüyler kökün su emilim yüzey alanını artırır.

> **Not:** Kök epidermisinde kütikula tabakası bulunmaz.

➢ **Korteks:** Epidermis ile merkezi silindirin arasında kalan tabaka olup parankima hücrelerinden oluşur. Bu hücreler nişastanın depolanması ile su ve mineral iletimi gibi metabolik etkinliklerde görev alırlar.

➢ **Endodermis:** Korteksin iç kısmında bulunan hücrelerden oluşur. Merkezi silindir ve korteks tabakalarını birbirinden ayırır.

> **Not:** Endodermis tabakasında **kaspari şeridi** olarak adlandırılan bir bölge bulunur. Bu şerit su ve minerallerin seçilerek korteksten merkezi silindire geçişini sağlar. Örneğin potasyum gibi yararlı moleküller bu tabakadan geçebilirken, cıva gibi zararlı moleküller geçemez.

➢ **Merkezi silindir (öz):** Kökün merkezinde yer alan ve iletim demetlerini (ksilem ve floem) içeren bölgedir. Merkezi ksilem ve floem borularının dışında **periskl** adı verilen bir yapı daha vardır. Bu yapı yanal köklerin ve lateral meristemin oluşmasında, topraktan su ile alınan iyonların ksileme taşınmasında görev yapar.

> **Not:** Çok yıllık bitkilerde merkezi silindirdeki ksilem ve floem arasında kambiyum halkası bulunur. Bu hücrelerin bölünmesi sonucu kök enine kalınlaşır.

c. Kök çeşitleri:

➢ Kökler yapı ve görevlerine göre saçak ve kazık kök olmak üzere ikiye ayrılır.

➢ **Saçak Kök:**
- Ana kök fazla gelişmemiş olup yan köklerle aynı kalınlıktadır.
- Monokot bitkilerin çoğu saçak köke sahiptir.

Örnek Sorular

31. **Kökün yapısı ile ilgili,**

I. Kaliptra, kökün büyümekte olan kısımlarını korur.

II. Periskl yanal köklerin oluşmasını sağlar.

III. Kaspari şeridi minerallerin seçilerek emilimini denetler.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

32. **Gelişmiş yapılı bir bitki kökünde aşağıdaki yapılardan hangisi __bulunmaz__?**

A) Mezofil tabakası
B) Kaspari şeridi
C) Emici tüyler
D) Uç meristem
E) Endodermis

33. **Kök sistemi ile ilgili olarak verilen aşağıdaki bilgilerden hangisi __yanlıştır__?**

A) Uzama bölgesindeki hücrelerin boyca uzaması kökün dikey yönde büyümesini sağlar.
B) Embriyonik kökün yerçekimi doğrultusunda gelişmesi ile ana kök meydana gelir.
C) Kök ucu bölgesindeki bölünür hücreler bölgesi kaliptra denilen konik şekilli yapı tarafından korunur.
D) Endodermis tabakası korteks ile epidermis arasında bulunur.
E) Kök ucunda bulunan kök emici tüyleri kökün yüzey alanını artırarak su ve minerallerin emiliminde görev yapar.

28	E	29	C	30	B

Örnek Sorular

34. **Bir bitkinin kök emici tüyü ile topraktan alınan su ve mineraller yaprağa ulaşana kadar aşağıdaki yapılardan hangisinden geçmez?**

A) Endodermis
B) Ksilem
C) Korteks
D) Floem
E) Epidermis

35. **Çok yıllık odunsu bir bitkinin kök hücrelerinde aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşmez?**

A) Aktif taşıma ile toprak çözeltisinden mineral alma

B) Stoma ile gaz alış verişi

C) Substrat düzeyinde fosforilasyonla ATP üretme

D) Mitoz bölünme ile hücre sayısını artırma

E) Yüksek osmotik basınç sonucu osmoz ile topraktan suyun emilimini sağlama

36. **Tek ve çift çenekli bitkilerin köklerinde,**

I. suyun osmozla topraktan alınımı,

II. kambiyumun bölünmesi ile enine kalınlaşması,

III. ksilem ve floemden oluşan iletim demetlerine sahip olma

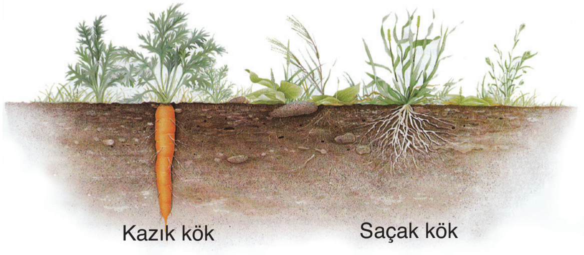
özelliklerinden hangileri ortak değildir?

A) Yalnız II
B) Yalnız III
C) I ve II
D) I ve III
E) II ve III

31	E	32	A	33	D

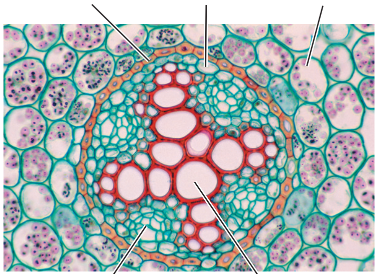
Palme Yayınevi

➢ **Kazık Kök:**
- Ana kök çok iyi gelişmiş, yan kökler ise az gelişmiştir.
- Dikot bitkilerin çoğunda kazık kök bulunur.

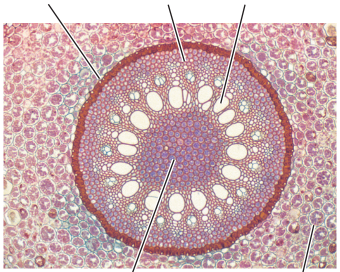


Kök çeşitleri

➢ Tek çenekli (monokot) ve çift çenekli (dikot) bitkilerin kök yapıları birbirinden farklıdır. Odun boruları (ksilem) çift çenekli bitkilerde kökün merkezinde yıldız şeklinde bulunur. Soymuk boruları ise odun borularının arasında yer alır. Tek çenekli bitkilerde ise kökün ortasında öz bölgesi bulunur. Odun ve soymuk boruları bu özün etrafında dizilmişlerdir.



Çift çenekli



Tek çenekli

Tek çenekli ve çift çenekli bitkilerin köklerinin enine kesiti

C. GÖVDE

➢ Kök ve yapraklar arasındaki dal ve sürgünlerden oluşan kısımdır.

➢ Temel görevi; köklerden alınan su mineralleri ksilemle yapraklara, yapraklarda oluşan organik bileşikleri de floemle bitkinin diğer bölgelerine taşımaktır.

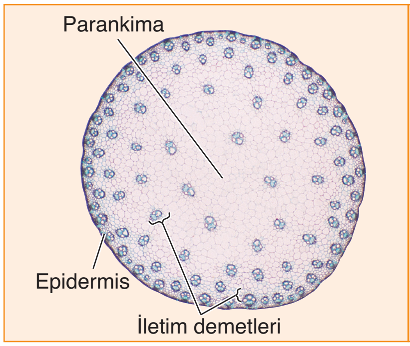
➢ Gelişmiş yapılı bitkilerde otsu ve odunsu olmak üzere iki tip gövde bulunur.

1. Otsu Gövde:

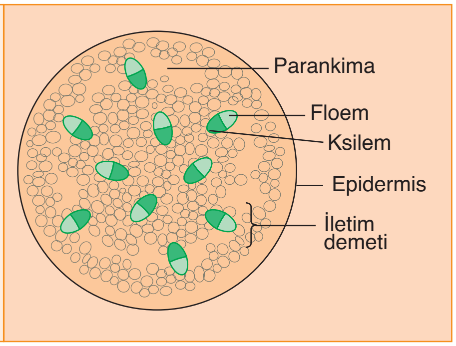
➢ Otsu gövdeli bitkiler tek çenekli ve çift çenekli bitkiler olmak üzere ikiye ayrılır.

➢ **Tek çenekli otsu** bitkilerin en dışında epidermis tabakası bulunur. Floem ve ksilemden oluşan iletim demetleri parankima dokusu içinde düzensiz olarak dağılmıştır (kapalı demet) Bu demetlerde floem dışta, ksilem ise içte bulunmaktadır. Mısır, buğday ve lale otsu tek çenekli bitkilere örnektir.

NOT: Otsu tek çenekli bitkilerde kambiyum bulunmadığı için enine kalınlaşma olmaz.



Monokotil bir bitkinin gövde enine kesiti: Mısır bitkisinden alınan bu enine kesitte iletim demetleri parankima içine dağılmıştır.

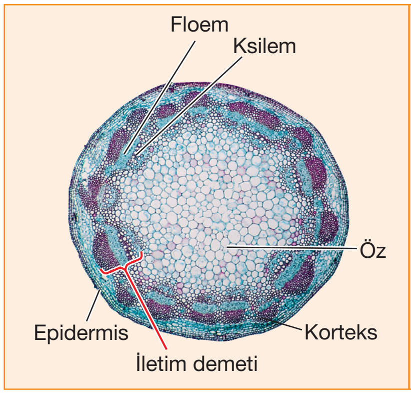


Monokotil bir bitkinin gövde enine kesitinin basitleştirilmiş şeması: İletim demetleri (ksilem ve floem) parankima doku içinde dağınık olarak bulunur.

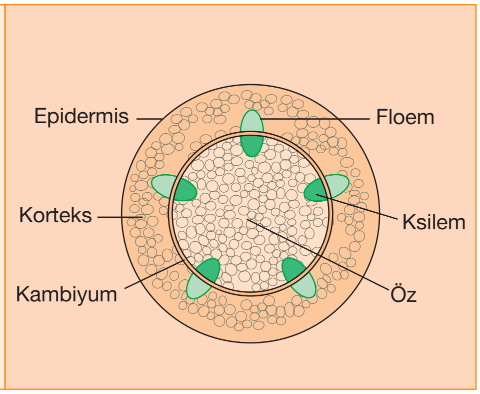
- **Çift çenekli otsu** bitkilerin gövde kesitinde epidermis, korteks, iletim demetleri, kambiyum ve öz tabakaları görülür. İletim demetleri halka oluşturacak şekilde dizilmiştir. Fasulye, bezelye ve papatya bu bitkilere örnek olarak verilebilir.

2. Odunsu Gövde:

- Açık tohumlu bitkiler ve dikotil bitkilerin çoğunluğu odunsu gövde yapısındadır.
- Genç kısımlarının yüzeyi epidermis, yaşlı kısımlarının yüzeyi peridermis ile örtülüdür.
- Ksilem ve floem arasında kambiyum bulunur.
- İletim demetleri gövde içinde düzenli bir dağılım gösterir (açık demet).
- Kambiyum içeri doğru bölünerek ksilemi, dışarı doğru bölünerek floemi oluşturur. Böylece gövdede enine kalınlaşma gerçekleşir.



Dikotil bir bitkinin gövde enine kesiti: Dikotlardan alınan bu kesitte, iletim demetleri halka şeklinde düzenlenmiştir. Temel doku sistemi, dışta korteks içte ise iletim demetlerinin kuşattığı öz bölgesinden oluşur.



Dikotil bir bitkinin gövde enine kesitinin basitleştirilmiş şeması: İletim demetleri (ksilem ve floem) halka şeklinde düzenlenmiştir.

- Ilıman bölgelerde ağaçlar genelde ilkbaharda büyümeye başlar ve sonbaharda büyüme durur. Bu süreye **büyüme mevsimi** denir.
- Büyüme mevsiminde ilkbahar ve sonbahar odunu olmak üzere iki çeşit odun oluşur. Aşağıda bu odun çeşitleri karşılaştırılmıştır.

İlkbahar odunu	Sonbahar odunu
• Hücreleri büyüktür.	• Hücreleri küçüktür.
• Hücre çeperi incedir.	• Hücre çeperi kalındır.
• Yoğunluğu azdır.	• Yoğunluğu fazladır.
• Açık renklidir.	• Koyu renklidir.

Örnek Sorular

37. Tek çenekli otsu bir bitkide,

I. ikincil meristem faaliyeti ile enine kalınlaşma,

II. parçalanan epidermisin yerini peridermisin alması,

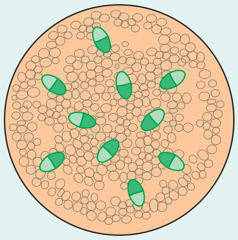
III. palizat parankiması hücrelerinde fotosentez ile besin üretimi,

IV. apikal meristemin mitoz bölünmesi sonucu boyca uzama

faaliyetlerinden hangileri gerçekleşebilir?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III D) II ve IV E) III ve IV

38.



Yukarıdaki gövde kesiti verilen bitki ile ilgili,

I. İletim demetleri temel doku içinde dağınık olarak bulunur.

II. Floem hücreleri içte, ksilem hücreleri dışta bulunur.

III. Çift çenekli bir bitkiye aittir.

IV. Kambiyum ile enine kalınlaşır.

yargılarından hangileri <u>kesin</u> olarak doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) III ve IV D) I ve III E) II ve IV

39. Ilıman bölgelerde yetişen ağaçlarda görülen yaş halkaları aşağıdakilerden hangisinin faaliyeti sonucu oluşur?

A) Parankima

B) Apikal meristem

C) Peridermis

D) Kambiyum

E) Floem

34	D	35	B	36	A

Örnek Sorular

40. Bitkilerde sekonder büyüme ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

A) Sekonder büyümede yanal meristemler görev almaktadır.

B) Gövde, sekonder büyüme sonucunda kalınlaşır.

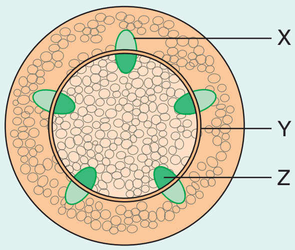
C) Sekonder büyüme sürecinde mantar doku gelişebilir.

D) Sekonder büyüme yıl boyunca farklı hızda ilerleyebilir.

E) Sekonder büyümeyle kök ve gövdede genç sürgünler oluşur.

(2015 – LYS)

41. Çift çenekli bir bitkinin gövde enine kesiti aşağıda verilmiştir.



Bu kesit ile ilgili,

I. X canlı, Z ölü hücrelerden oluşur.

II. X ve Y bölünebilirken, Z bölünemez.

III. X ve Z iletim, Y ise meristem dokuya aittir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

42. Ilıman bölgedeki odunsu bitkiye ait olan yaş halkaları ile ilgili,

I. İlkbahar odunu açık, sonbahar odunu koyu renklidir.

II. Yaş halkaları kambiyumun bölünmesi sonucu oluşan floem demetlerinden oluşur.

III. Yaş halkalarının genişliği o yılki iklim koşullarına göre değişebilir.

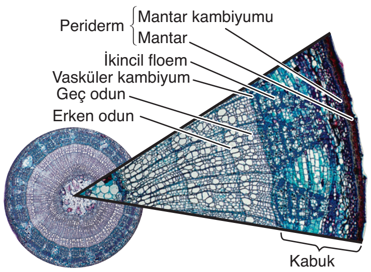
yargılarından hangileri doğru değildir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

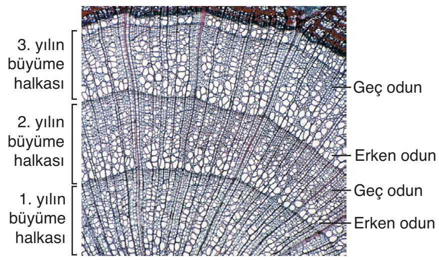
37	E	38	A	39	D

- İlkbahar ve sonbahar odunlarının yoğunlukları arasındaki fark nedeniyle ilkbahar odunu açık, sonbahar odunu koyu renkli halkalar şeklinde görülür. Aynı yıl oluşan açık ve koyu halka ağacın bir yaşını gösterir ve bu halka sayısı her yıl artar.

- Yıllık halka genişliği o yılki iklimle ilgilidir. Sıcaklık, ışık ve yağış miktarının uygun olduğu yıllarda oluşan halkalar geniş, uygun olmadığı yıllarda ise dar olmaktadır. Bilim insanları çok yaşlı ağaçların odun halkalarını inceleyerek eski dönemlerden günümüze kadar gerçekleşen iklim değişiklikleri hakkında bilgi sahibi olabilmektedir.



Üç yıllık bir gövdenin anatomisi



Üç yıllık bir gövdede yıllık büyüme halkaları

D. YAPRAK

- Yaprak bitkinin metabolik açıdan en önemli organı olup fotosentez ve terlemenin yapıldığı asıl organdır.

- Yaprak; yaprak ayası ve yaprak sapı olmak üzere iki kısımdan oluşur.

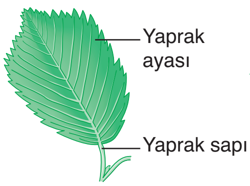
- **Yaprak ayası,** yaprağın yassılaşmış, genişlemiş, ince kısmıdır. Fotosentez ve gaz alışverişinin en yoğun olduğu bölgedir.

NOT Yaprak ayasının yüzey alanı sulak bölge bitkilerinde geniş, kurak bölge bitkilerinde dardır.

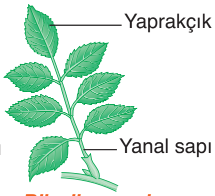
- **Yaprak sapı,** yaprak ayasını gövdeye bağlar. Bazı bitkilerde (mısır, buğday) yaprak sapı yoktur. Yaprak ayası doğrudan gövdeye bağlanır.

- Yapraklar basit ve bileşik yaprak olmak üzere ikiye ayrılır. Eğer bir yaprak, tek bir yaprak ayasından oluşuyorsa **basit yaprak** adını alır. Yaprak ayası iki ya da daha fazla yaprakçıktan oluşuyorsa **bileşik yaprak** olarak adlandırılır.

➢ Tek çenekli ve çift çenekli bitkilerin yapraklarındaki damarlanma şekli farklılık gösterir. Tek çenekli bitkilerde **paralel damarlanma,** çift çenekli bitkilerde ise **ağsı damarlanma** görülür.



Basit yaprak



Bileşik yaprak

Paralel damarlanma

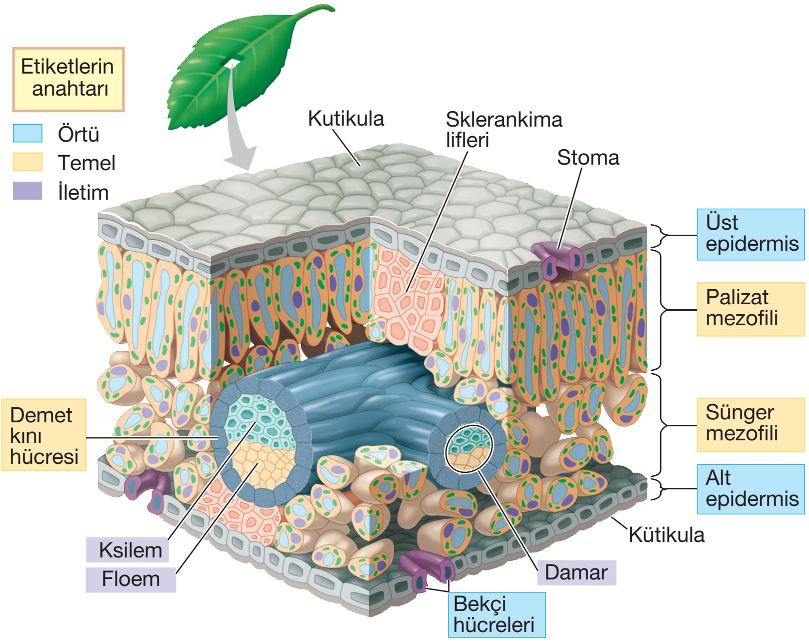
Ağsı damarlanma

Yaprak Dokularının Organizasyonu:

➢ Kapalı tohumlu tipik bir bitkinin yaprağında,

- örtü doku (epidermis),
- temel doku (mezofil),
- iletim doku (ksilem ve floem)

olmak üzere üç doku sistemi bulunur.



Yaprak dokularının üç boyutlu kesiti

➢ **Epidermis** hücreleri yaprağın üst ve alt yüzeyini örter. Kloroplastı olmayan epidermis hücreleri arasında boşluk bulunmaz ve yüzeyi kütikula tabakası ile örtülüdür.

NOT Kütikula mumsu bir tabaka olup su kaybını önler, ışığın alt tabakalara geçmesini engellemez.

➢ Epidermis hücreleri yer yer stoma adı verilen açıklıklar tarafından kesintiye uğratılır. Stomalar gaz alış verişini ve terlemeyi düzenler.

NOT Stomaların üzerinde kütikula tabakası bulunmaz.

Örnek Sorular

43. **Bitkisel yapraklar sahip oldukları,**

I. aya sayısı,

II. damarlanma biçimi,

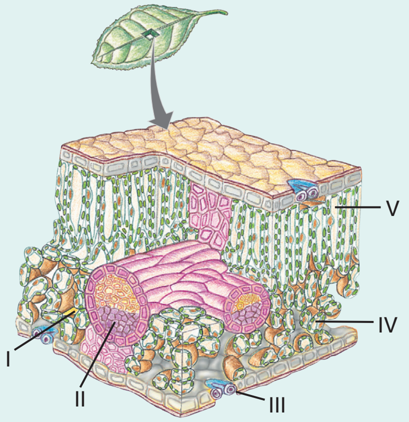
III. parankima çeşidi

özelliklerinden hangilerine göre <u>gruplandırılamazlar</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

44. Karasal ortamda bulunan bir bitkinin yaprak kesiti aşağıda verilmiştir.



Buna göre, fotosentez ürünlerinin taşındığı yapı, şekilde hangi numarayla gösterilmiştir?

A) I B) II C) III

D) IV E) V

(2011 – YGS)

45. **Bitkinin sürgün sistemine ait olan yapraklar ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru <u>değildir</u>?**

A) Tek bir yaprak ayasından oluşan yapraklara basit yaprak denir.

B) Yaprak damarlarının üst kısmında ksilem bulunur.

C) Kurak bölge bitkilerinin yaprak yüzeyinde kalın bir kütikula tabakası vardır.

D) Mezofil tabakasındaki tüm hücreler fotosentez yapabilir.

E) Tipik olarak bir yaprak ayası ve yaprak sapı kısımlarından oluşur.

40	E	41	C	42	A

Örnek Sorular

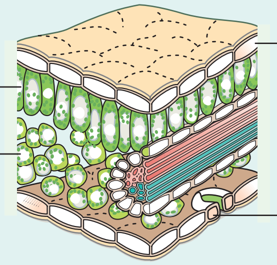
46. Kapalı tohumlu bitkilere ait olan,

I. iletim demetlerinin bulunması,
II. yapraklarda ağsı damarlanma görülmesi,
III. saçak kök sisteminin bulunması,
IV. kambiyumun bulunması

özelliklerinden hangileri tek çenekli bitkilere, hangileri çift çenekli bitkilere aittir?

	Tek çenekli	Çift çenekli
A)	Yalnız III	I, II ve IV
B)	I, III ve IV	I, II, III ve IV
C)	I ve III	I, II ve IV
D)	II, III ve IV	I, II ve III
E)	I, II ve III	I, II ve IV

47. Aşağıda yaprağın enine kesiti verilmiştir.



Bu şemayla ilgili,

I. K yapısı, Z hücresinin farklılaşması sonucu oluşur.
II. X hücresinin içerdiği kloroplast sayısı Y hücresinden daha çoktur.
III. X ve Y hücreleri özümleme parankimasına; Z ve K hücreleri örtü dokuya aittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

48. Bitkilerde fotosentez, yaprağın aşağıda verilen yapılarının hangisinde gerçekleşir?

A) Soymuk boru hücrelerinde
B) Arkadaş hücrelerinde
C) Kütikula tabakasında
D) Palizat parankima hücrelerinde
E) Odun boru hücrelerinde

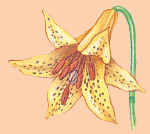
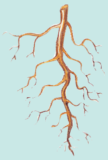
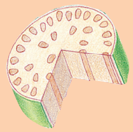
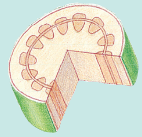
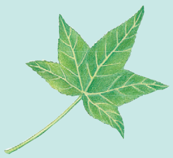
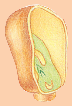
(2010 – LYS)

43	B	44	B	45	D
46	C	47	E	48	D

- Bir yaprağın **temel dokusu** alt ve üst epidermis arasında sıkışmıştır. Bu bölgeye **mezofil** denir. Mezofil tabakasında yaprak damarları (ksilem ve floem) ile kloroplasta sahip olan parankima dokusu (palizat ve sünger parankiması) bulunur.
- Çok sayıda kloroplasta sahip olan palizat parankiması hücreleri, üst epidermisin altında ve epidermise dik yerleşmiş uzun, silindir şeklinde hücrelerden oluşur.
- Sünger parankiması seyrek dizilişlidir ve hücreleri arasında büyük boşluklar bulunur. Bu boşluklarda karbon dioksit, oksijen ve su buharı yer alır.

NOT: Yaprakta bulunan stoma, palizat parankiması ve sünger parankiması hücreleri kloroplast içerip fotosentez yapabilir.

- Bir yaprağın iletim dokusu, gövdedeki ksilem ve floemin devamı şeklindedir. Ksilem ve floem yaprak damarlarını meydana getirir. Damarların üst kısmında ksilem alt kısmında ise floem yer alır.

	Monokotiller	Dikotiller
Çiçekler	 Çiçek kısımları çoğunlukla üçün katları şeklindedir.	Çiçek kısımları çoğunlukla dört ya da beşin katları şeklindedir.
Kökler	Saçak kök sistemi vardır.	 Çoğunlukla kazık kök sistemi vardır.
Gövdeler	 İletim demetleri dağınık bir şekilde düzenlenmiştir.	 İletim demetleri halka şeklinde düzenlenmiştir.
Yaprak damarlanması	Paralel damarlanma görülür.	 Çoğunlukla ağsı damarlanma görülür.
Embriyolar	 Tek çenek bulunur.	İki çenek bulunur.

Monokotil ve dikotil bitkilerin karşılaştırılması

1. TEST

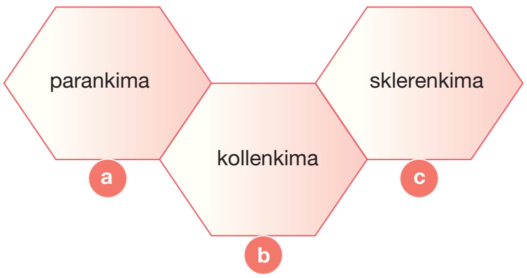
1. **Bitkilere ait olan,**

I. meristem,
II. temel,
III. iletim,
III. örtü

dokularından hangilerinde hem canlı hem de ölü hücreler bulunur?

A) I ve II B) III ve IV C) I, II ve III
D) I, III ve IV E) II, III ve IV

2.



Temel dokuya ait a, b ve c dokuları ile ilgili,

I. a ve c canlı, b ölü hücrelerden oluşur.
II. a dokusunda fotosentez yapabilen hücreler vardır.
III. b ve c bitkilerinde destek elemanı olarak görev yapar.
IV. a dokusu bitkinin kök, gövde ve yapraklarında bulunabilir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve III B) II ve IV C) I, II ve III
D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

3. **Otsu yapıdaki bir bitkinin,**

I. yaprak
II. kök,
III. gövde

yapılarından hangilerinde kloroplast içeren hücreler bulunur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

4. **Gelişmiş yapılı bitkilerde gözlenen birincil büyüme ile,**

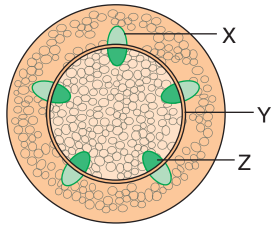
I. gövdede yeni iletim demetlerinin oluşması,
II. kökün toprak içinde uzaması,
III. gövdenin ışığa doğru yönelmesi

olaylarından hangileri <u>gerçekleşmez</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

Palme Yayınevi

5. Çift çenekli bir bitkinin gövde enine kesiti aşağıda verilmiştir.



X, Y ve Z hücrelerinden,

I. mitoz bölünme geçirebilen,
II. uzun mesafeli madde taşınımında görev yapan,
III. metabolik aktiviteye sahip olan

hücreler aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	I	II	III
A)	Y	X ve Z	X ve Y
B)	X ve Y	ve Z	X ve Y
C)	Y	X ve Y	X ve Z
D)	X	X ve Z	Y ve Z
E)	Z	X ve Y	X ve Z

6. **Meristem dokunun farklılaşarak temel dokuya dönüşmesi sürecinde aşağıdakilerden hangisi <u>gerçekleşmez</u>?**

A) Koful hacminin artması
B) Sitoplazma miktarının azalması
C) DNA nükleotit diziliminin değişmesi
D) Hücre duvarının kalınlaşması
E) Çekirdek hacminin değişmesi

7. **Stomalar ile ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?**

A) Sürekli açık konumdadır.
B) Metabolik aktivite gösteremez.
C) Bekçi hücrelerinin dış çeperleri iç çeperlerine göre daha kalındır.
D) Gaz alış-verişi ve terleme olaylarını gerçekleştirir.
E) Peridermis tabakasından farklılaşır.

8. **Odunsu bir bitkiye ait kök sisteminde aşağıdaki yapılardan hangisi bulunmaz?**

A) Endodermis
B) Emici tüy
C) Palizat parankiması
D) Merkezi silindir
E) Korteks

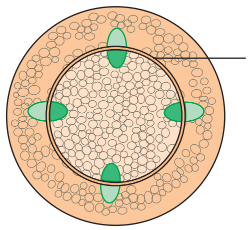
9. **Monokot ve dikot yapılı tüm bitkilerde,**

I. madde taşınımının iletim demetleri ile gerçekleşmesi,
II. apikal meristemin bölünmesi sonucu boyca uzama,
III. kambiyumun içeri doğru bölünmesi ile ksilem, dışarı doğru bölünmesi ile floemin oluşması

özelliklerinden hangileri ortak değildir?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

10. Aşağıda odunsu bir bitkinin gövde kesiti verilmiştir.



Şemadaki X dokusu ile ilgili,

I. Gövdenin enine büyümesini sağlar.
II. Bölünmesi sonucu parankima hücreleri oluşur.
III. Bitki gövdesindeki büyüme halkalarını oluşturur.
IV. İnorganik maddelerden organik maddeler üretebilir.

yargılarından hangileri yanlıştır?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III D) II ve IV E) III ve IV

11. **Örtü dokuya ait olan epidermisle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?**

A) Hücreleri düzenli dizilmiş olup aralarında boşluk bulunmaz.
B) Otsu bitkilerde bulunurken, odunsu bitkilerde bulunmaz.
C) Canlı hücrelerden oluştuğundan metabolik aktiviteye sahiptir.
D) Kloroplast organeli içermediğinden fotosentez yapamaz.
E) Enine kalınlaşmanın olduğu bölgelerde yerini peridermise bırakır.

12. **İletim dokuya ait olan,**

I. ölü hücrelerden oluşma,
II. madde iletiminin tek yönlü olması,
III. organik besinlerin taşınması,
IV. madde iletiminin pasif ve aktif taşıma ile gerçekleşmesi

özelliklerinden ksilem ve floeme ait olanlar aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	Ksileme ait olanlar	Floeme ait olanlar
A)	I ve II	III ve IV
B)	I ve III	II ve IV
C)	I ve IV	II ve III
D)	II ve III	I ve ıV
E)	III ve IV	I ve II

13. **Yaprak epidermisinde gerçekleşen,**

olaylarından hangileri kök epidermisinde gerçekleşemez?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

14. **Yaprağın mezofil tabakasındaki,**

I. palizat parankiması,
II. ksilem,
III. floem,
IV. sünger parankiması

hücrelerinden hangilerinde kloroplast organeli bulunur?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III D) II ve IV E) II ve IV

1. E	2. D	3. D	4. A	5. A	6. C	7. D	8. C	9. A	10. D	11. B	12. A	13. B	14. B

2. TEST

1. I. Hücreleri işlevsel olgunlukta ölü; çeperlerinde selüloz ve lignin birikiminden dolayı düzenli kalınlaşma görülen temel doku.

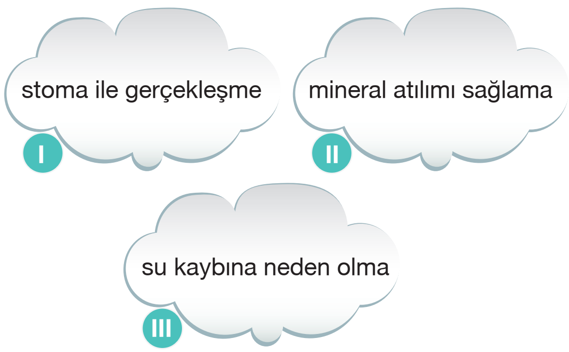
II. Odunsu bitkilerde mantar doku ve mantar kambiyumundan oluşan örtü doku.

III. Canlı hücrelerden oluşan ve organik besin taşıyan iletim doku.

Bitkilere ait yukarıdaki özelliklere sahip hücreler aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

	I	II	III
A)	Sklerenkima	Peridermis	Floem
B)	Kollenkima	Peridermis	Floem
C)	Parankima	Epidermis	Ksilem
D)	Sklerenkima	Epidermis	Ksilem
E)	Kollenkima	Epidermis	Floem

2. Damlama ve terleme olayları için,



özelliklerinden hangileri ortaktır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

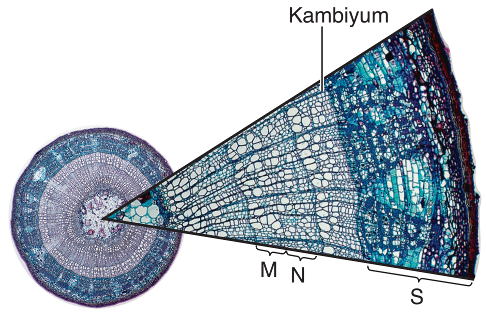
3. Odunsu bir gövdeye ait olan,

I. ksilem,
II. vasküler kambiyum,
III. floem,
IV. periderm

yapılarının içten dışa doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

A) I, II, III, IV B) I, III, II, IV C) II, III, IV, I
D) II, IV, I, III E) III, I, II, IV

4. Aşağıda çok yıllık odunsu bir bitkinin gövde kesiti verilmiştir.



Şemadaki M, N ve S tabakaları ile ilgili,

I. M ilkbahar odunu, N sonbahar odunudur.
II. S kısmında floem hücreleri ile periderm bulunur.
III. Kesit 4 yaşındaki bir bitkiye aittir.

yargılarından hangileri yanlıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

5. Yapraklarda bulunan kütikula tabakası ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) Sulak bölge bitkilerinde incedir.
B) Yaprağın hem üst hem de alt yüzeyinde bulunabilir.
C) Epidermis hücrelerinin salgıladığı kütin maddesinin birikimi sonucu oluşur.
D) Stomaların bulunduğu bölgelerde kesintiye uğrar.
E) Işığın palizat parankiması hücrelerine ulaşmasını engeller.

6. Aşağıdakilerden hangisi bir bitkinin yaşadığı ortam hakkında bilgi vermez?

A) Tohum üreterek eşeyli çoğalması
B) Yaprak yüzeyinde bol miktarda örtü tüyü bulundurması
C) Kalın bir kütikula tabakasına sahip olması
D) Geniş ayalı yapraklara sahip olması
E) Gövdesinde su depolaması

7. **Bir bitkinin sekonder büyümesi,**

I. yapraklara taşınan su miktarını artırma,

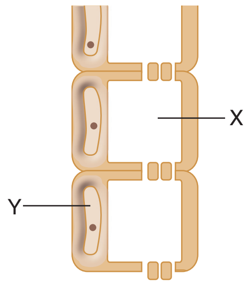
II. bitki gövdesinin ışığa doğru büyümesini sağlama,

III. bitkinin dik durmasına yardımcı olma

olaylarından hangilerinde etkinlik gösterir?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

8.



İletim dokuya ait yukarıdaki şemada X ve Y ile gösterilen hücre çeşitleri aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

	X	Y
A)	Trake	Trakeit
B)	Arkadaş	Kalburlu
C)	Arkadaş	Ksilem
D)	Kalburlu	Arkadaş
E)	Trakeit	Trake

9. Aşağıda bazı doku hücreleri ile bu hücrelerinin farklılaşması sonucu oluşan hücre tipleri ile ilgili eşleştirmeler verilmiştir.

Yapılan eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

A) Peridermis ⟶ Stoma

B) Vasküler kambiyum ⟶ Özümleme parankiması

C) Floem ⟶ Trake

D) Epidermis ⟶ Emergens

E) Parankima ⟶ Apikal meristem

10. **Dikotil bitkiler ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?**

A) Çoğunlukla kazık kök sistemine sahiptirler.

B) Tohumlarında iki çenek bulunur.

C) Yapraklarında genelde ağsı damarlanma görülür.

D) Ksilem ve floem demetleri arasında kambiyum bulunur.

E) İletim demetleri gövdede dağınık bir şekilde düzenlenmiştir.

11. **Bitkilerde bulunan meristem doku çeşitleri,**

I. kökün boyca uzaması,

II. gövdenin enine kalınlaşması,

III. bitkinin vejetatif üremesi

olaylarından hangilerinde görev yaparlar?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

12. **Aşağıda verilen doku hücreleri-görev eşleştirmelerinden hangisi doğrudur?**

A) Kollenkima ⟶ Bitkiye destek sağlama

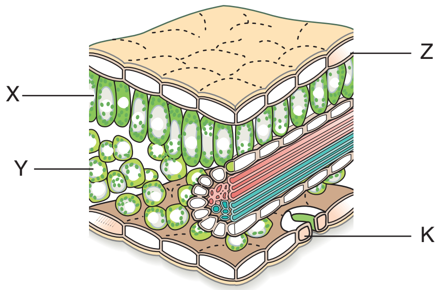
B) Peridermis ⟶ Fotosentez ile besin üretimi

C) Kaliptra ⟶ Bitkinin boyca uzamasını sağlama

D) Vasküler kambiyum ⟶ İçe doğru bölünerek floemi oluşturma

E) Hidatot ⟶ Terleme ile su atılımı

13. Aşağıdaki şemada bir yaprağın enine kesiti gösterilmiştir.



Bu şemadaki hücreler ile ilgili,

I. X ve Y temel, Z ve K örtü dokuya aittir.

II. X, Y ve K hücreleri Z hücresinin farklılaşması ile oluşur.

III. X, Y ve K hücrelerinde inorganik maddelerden organik maddeler sentezlenebilir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

14. **Sekonder meristem,**

I. mitoz bölünme ile yeni hücreler oluşturma,

II. parankima hücrelerinin farklılaşması sonucu oluşma,

III. odunsu bitkilerin enine kalınlaşmasını sağlama

özelliklerinden hangileri ile primer meristemden ayırt edilebilir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

1. A	2. C	3. A	4. C	5. E	6. A	7. C	8. D	9. D	10. E	11. E	12. A	13. C	14. E

Bitkilerde Büyüme ve Hareket

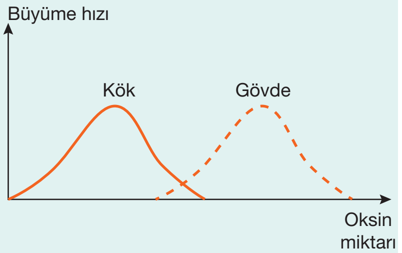
23. Ünite

Örnek Sorular

1. **Aşağıdakilerden hangisi bitki büyümesine etki eden çevresel faktörlerden biri <u>değildir</u>?**

A) Işık B) Karbondioksit
C) Hormon D) Yer çekimi
E) Su

2.



Oksin hormonuna ait yukarıdaki grafiğe göre,

I. Kökteki büyümenin maksimum olduğu oksin değerinde gövdede büyüme başlar.

II. Oksin miktarın belirli bir düzeyin üzerine çıkması bitki büyümesini olumsuz etkiler.

III. Kök ve gövdenin birlikte büyüyebileceği bir oksin miktarı yoktur.

yorumlarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

3. **Aşağıdakilerden hangisi, bitkisel ve hayvansal hormonların ortak özelliği <u>değildir</u>?**

A) Az miktarlarının bile etkili olması
B) Hedef hücrelerde etkili olmaları
C) Özgün kimyasal yapıya sahip olmaları
D) Özelleşmiş bezler tarafından salgılanmaları
E) Sentezlendiği bölgeden farklı bölgeye taşınabilmeleri

(2008 - ÖSS Fen–2)

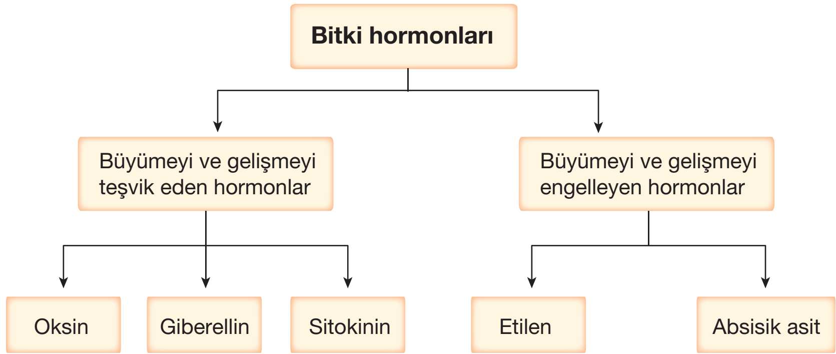
- Bitkilerin büyüme ve gelişmesi genler tarafından kontrol edilir. Ancak büyüme ve gelişme üzerinde çevresel ve hormonal faktörler de etkilidir.
- Sıcaklık, ışık, su, toprak, atmosferdeki gazlar ve yerçekimi bitki büyümesinde rol oynayan çevresel faktörlerdir.

BİTKİ BÜYÜMESİNDE HORMONLARIN ETKİSİ

- Hormonlar bitki tarafından çok düşük konsantrasyonlarda üretilen ve üretildikleri yerden bitkinin diğer kısımlarına taşınan, çoğunlukla birden fazla etkiye sahip olan kimyasal habercilerdir.
- Bitki hormonları, aktif büyüme gösteren kök ve gövde uçlarında, meyvelerde ve genç yapraklarda yer alan hücreler tarafından üretilir.

Not Hayvanlarda hormonlar genel olarak endokrin bezlerden salgılanır. Bitkilerde endokrin bez bulunmaz. Bitkisel hormonlar özelleşmiş hücreler tarafından salgılanır.

- Hormonların bir kısmı sadece üretildiği dokuda etkili olurken, bir kısmı etkisini bitkinin farklı kısımlarında gösterir.
- Bitki büyümesinde oksin, giberellin, sitokinin, absisik asit ve etilen hormonları etkilidir.



1. Oksin

- Bitkilerin büyüme ve gelişmede en etkili hormon olan oksin; sürgün uçlarında, genç yapraklarda, gelişmekte olan meyve ve tohumlarda üretilir. Özellikle büyüme bölgesindeki hücreler tarafından salgılanır.
- Bitkinin büyüme hormonu olarak kabul edilir. Meristem dokuyu uyararak hücre bölünmesini hızlandırır. Bitkilerde hücrelerin büyümesi, bölünmesi, hücre ve dokuların farklılaşmasında etkilidir. Ayrıca bitkinin ışığa doğru yönelmesini sağlar.

Not Oksinin optimum değeri bitki büyümesini olumlu etkiler. Daha yüksek konsantrasyonlardaki oksin değerleri ise bitki büyümesini yavaşlatır.

- Büyüme ve gelişme dışında yapraklanma, çiçek açma ve meyve oluşumu gibi olaylarda da görev alır.
- Doku kültürü ile bitki üretiminde de oksin hormonundan faydalanılır. Kesik gövde ve yapraklarda saçak kök oluşumunu sağlayarak vejatatif üremeyi sağlar.

2. Sitokinin

➢ Asıl sentez yeri kök uçları olup, daha sonra ksilem ile meristem dokulara, tohumlara, yapraklara ve meyvelere taşınır. Ana işlevi hücre bölünmesini ya da sitokinezi uyarmaktır.

➢ Sitokinin hormonu oksin ile birlikte hareket ederek özelleşmemiş genç hücrelerde farklılaşmayı etkiler.

➢ İkincil meristemlerin aktif hale gelmesi ve gövdenin alt kısımlarında köklerin oluşması sitokinin hormonunun etkisi sonucunda meydana gelir.

➢ Yaprak gibi bitki organlarının yaşlanmasını geciktirir. Bu nedenle çiçek satıcıları kesilmiş çiçekleri taze tutmak için sitokinin içeren spreyler kullanırlar.

NOT Bitki kökleri ile yararlı bakteriler ve mantarlar (mikoriza) arasında simbiyotik ilişkilerin kurulmasında görev alır.

3. Giberellin

➢ Bitkinin embriyosunda, uç tomurcuklarında, genç yapraklarında ve köklerinde üretilir.

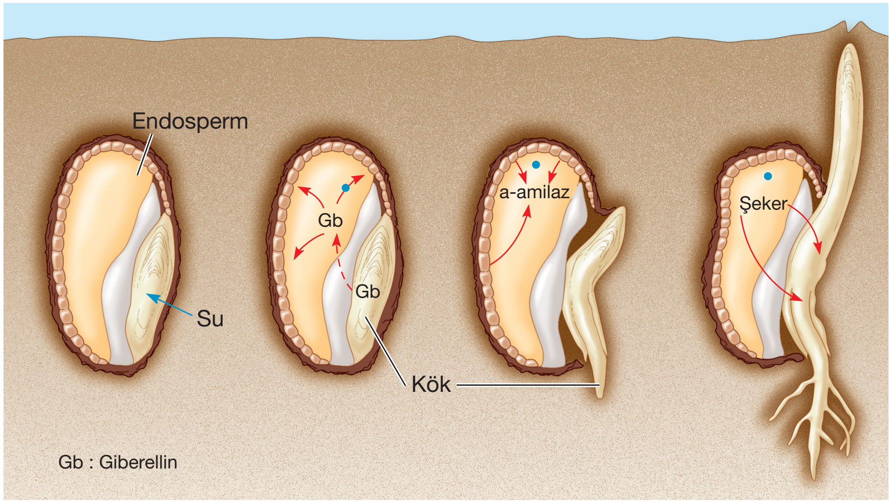
➢ Bitki gelişiminde en önemli etkisi hücre bölünmesi ve hücre uzamasını uyararak gövde ve yaprak uzamasına neden olmasıdır. Ayrıca bitkilerde çiçeklenmeyi teşvik eder.

➢ Oksinle birlikte bulunduklarında meyve büyümesi üzerinde etkili olurlar. Örneğin salkım seyretmek, çekirdeksiz meyve oluşumunu sağlamak ve tane iriliğini artırmak gibi etkileri vardır.

➢ Hücre çeperlerinin esnekliğini artırarak hücreye su alınımını kolaylaştırır ve hücrenin genişlemesini sağlar.

➢ Dormansi (uyku hali) periyodunda bulunan tohumdaki embriyoyu uyararak çimlenmeyi başlatır.

➢ Tohumdaki giberellin hormonunun artması durumunda sırasıyla aşağıdaki olaylar gerçekleşir.
- Tohumdaki sindirim enzimi sentezi hızlanır.
- Endospermde depolanan besinlerin hidrolizi sonucu monomerler oluşur.
- Bu monomerler embriyo hücreleri tarafından solunum olayında kullanılır ve çimlenme olayı için gerekli olan ATP üretilir.



Giberellin hormonu çimlenen tohumlarda besin maddelerinin embriyo tarafından kullanılmasını sağlar.

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

4. Uygun çevresel koşullarda tohumun gelişmesini ve çimlenmesini uyaran hormon aşağıdakilerden hangisidir?

A) Sitokinin B) Oksin
C) Giberellin D) Absisik asit
E) Etilen

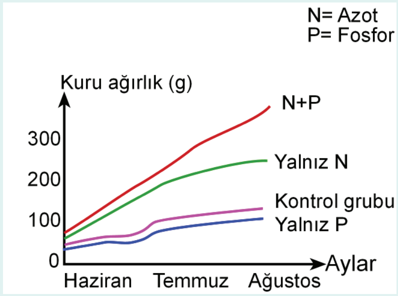
5. Sitokinin hormonu ile ilgili,

I. Kök uçlarında üretilip, ksilemle bitkinin üst kısımlarına taşınır.
II. Hücre bölünmesini uyarıcı etkiye sahiptir.
III. Sadece üretildiği bölgede etkinlik gösterir.
IV. Yaprak ve çiçeklerin yaşlanmasını geciktirir.

ifadelerinden hangileri doğru değildir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) II ve III E) III ve IV

6. Bir bitkinin toprak suyuna azot ve fosfor elementlerinin ilavesine bağlı gelişim grafiği aşağıdaki gibidir.



Bu grafiğe göre,

I. Bitkinin iyi gelişebilmesi için hem azota hem de fosfora ihtiyacı vardır.
II. Bitki, diğer besleyici minerallere ihtiyaç duymaz.
III. Azot eksikliği, fosfor eksikliğine göre bitkinin gelişmesini daha olumsuz etkiler.

yorumlarından hangileri yapılabilir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

(2015 - YGS)

1	C	2	A	3	D

Örnek Sorular

7. **Etilen hormonu ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?**

A) Gaz halinde olan bir hormondur.

B) Kök ve gövde uzamasını hızlandırır.

C) Yaprakların dökülmesine neden olur.

D) Meyvenin yumuşamasını ve tatlanmasını sağlar.

E) Yaşlı dokular ve olgunlaşan meyvelerde de üretilir.

8. **Absisik asit hormonuun miktarının artması,**

I. stomaların açılması,

II. tohumun uygun olmayan ortamlarda çimlenmesinin engellenmesi,

III. yapraklardaki terleme olayını yavaşlaması

durumlarından hangilerine neden olur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

9. **Bitkisel hormonlarla ilgili aşağıda yapılan eşleştirmelerden hangisi doğrudur?**

A) Sitokinin → Mikorizaların oluşmasını sağlar.

B) Oksin → Tohumun çimlenmesini başlatır.

C) Giberellin → Yaprakların dökülmesine neden olur.

D) Etilen → Primer ve sekonder büyümeyi hızlandırır.

E) Giberellin → Tohumdaki uyku halinin devamını sağlar.

4	C	5	B	6	C

Palme Yayınevi

4. Absisik Asit

- Absisik asit (ABA) büyümeyi yavaşlatır. Oksin, giberellin ve sitokinin gibi büyümeyi sağlayan hormonlara zıt etki yapar ve bitkinin gelişimini yavaşlatır.
- Absisik asitin iki önemli etkisi vardır. Bunlar tohumun uyku halinde kalması (dormansi) ve kuraklığa direnç göstermesidir.
- Tohumlarda yüksek oranda bulunan absisik asit hormonu, tohumun çimlenmesini engeller ve tohumun uyku halinde (dormansi) kalmasını sağlar. Şartlar çimlenme için uygun hale geldiğinde, tohumdaki absisik asit miktarı hızla azalır ve giberellin miktarı artar. Bu değişim çimlenme olayını başlatır.
- Absisik asit, bitkilerin kuraklığa karşı koymasını sağlayan bir hormondur. Bitki solmaya başlayınca, yapraklarda absisik asit miktarı artar ve stomalar hızlı bir biçimde kapanır. Böylece terleme olayı azalır ve aşırı su kaybı önlenmiş olur.

5. Etilen

- Tüm bitki organlarında üretilmesine rağmen daha çok yaşlı dokular ve olgunlaşan meyvelerde üretilir.

NOT: Etilen diğer bitkisel hormonlardan farklı olarak gaz halinde olan bir hormondur. Bu nedenle üretildiği bitki ile beraber, yakında bulunan diğer bitkilerde de etki gösterir.

- Mekanik basınç, kuraklık, su baskını, enfeksiyon, donma ve yaralanma gibi streslere yanıt olarak üretilir. Böyle durumlarda büyüme ve metabolizmayı yavaşlatır. Örneğin topraktaki bir olumsuzluk oksin miktarını artırır. Artan oksin, etilen üretimine neden olur ve kök büyümesi yavaşlar.
- Meyvenin olgunlaşmasını sağlar. Bu süreçte meyvenin yumuşaması ve tatlanması aşağıdaki gibi gerçekleşir :
  - Olgunlaşma sırasında hücre çeperi bileşenleri enzimatik olarak yıkılır. Bu durum meyvenin yumuşamasını sağlar.
  - Meyvedeki nişasta ve asitlerin şekere dönüştürülmesi ile meyve tatlanır. Bu sırada yeni koku, tat ve renk verici bileşiklerde üretilir.

NOT: Oksin, sitokinin ve giberellin hormonları bitkilerde büyüme ve gelişmeyi teşvik eder. Etilen ve absisik asit hormonları ise bitkilerdeki büyüme ve gelişmeyi yavaşlatır.

BİTKİLERDE GÖRÜLEN HAREKETLER

- Tüm canlılar dışarıdan gelen uyarılara tepki gösterirler.
- Bitkiler toprağa bağlı oldukları için hayvanlar gibi yer değiştirme hareketleri yapamazlar. Ancak çevreden gelen uyarılara tepki gösterebilirler.
- Bitkilerde çevresel uyarılara tepki olarak yapılan hareketler **tropizma** ve **nasti** olmak üzere ikiye ayrılır.

1. Tropizma Hareketleri

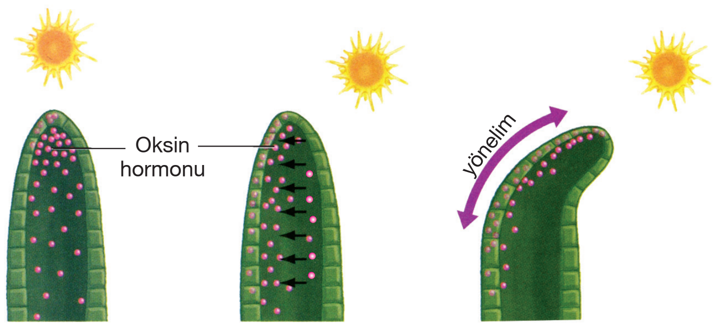
- Bir bitkinin çevreden gelen uyarının yönüne bağlı olarak gerçekleştirdiği hareketlere **tropizma** (yönelim) denir.
- Tropizma hareketleri asimetrik büyüme sonucu gerçekleşir.
- Tropizma hareketleri, bitkilerin sadece büyüyen ve uzayan kısımlarında gerçekleşir.
- Tropizma hareketleri uyarana doğru ise pozitif, zıt yönde ise negatif tropizma olarak adlandırılır.

a. Fototropizma

- Bitkilerin ışık uyarılarına karşı gösterdikleri tepkilere **fototropizma** denir.
- İçinde su bulunan cam bir saksıda yetiştirilen bitki gövdesinin ışığa doğru yönelmesi **pozitif fototropizma,** köklerin ışığın tersi yönde büyümesi ise negatif **fototropizma**dır.
- Fototropizma deneylerinde yulaf ve buğday gibi otsu bitkilere ait **koleoptil**ler kullanılır.
- Koleoptilin uç kısmında üretilen oksin hormonu meristem hücrelerini uyararak büyümeyi sağlar.

Not: Fototropizma olayının nedeni büyüme hormonu olan oksinin asimetrik dağılımıdır. Bu hormon ışık almayan kısımlarda birikerek büyümeyi hızlandırır ve fototropizmaya neden olur.

- Her yönden eşit olarak aydınlatılan koleoptilde oksin hormonunun eşit dağılımı sonucu büyüme gerçekleşir fakat yönelim gerçekleşmez **(a).** Tek yönde aydınlatılan koleoptilde oksin hormonu yanal olarak ışığın az olduğu tarafa doğru taşınır **(b).** Işık almayan taraftaki hücrelerin daha hızlı çoğalması ve uzaması sonucu koleoptil ışığa doğru yönelir **(c).**



Not: Fototropizma deneylerinde koleoptilin uç kısmına yerleştirilen agar ve jelatin oksini geçirirken; mika oksini geçirmez.

- Aşağıda yulaf koleoptilleri ile yapılan bazı deneyler ve bu deneylere ait açıklamalar verilmiştir.

Deney 1 ⇒ Karanlıkta bekletilen ya da her yönden eşit olarak aydınlatılan koleoptillerde büyüme olurken, yönelim olmaz.

Örnek Sorular

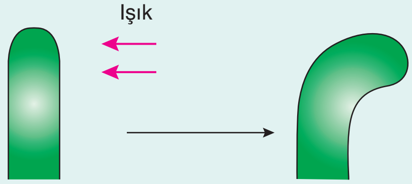
10. Bitkilere ait olan,

- etilen,
- oksin,
- giberellin
- absisik asit,
- sitokinin

hormonlarından kaç tanesi optimum değerde salgılanması durumunda büyümeyi engeller?

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

11.



Yulaf koleoptili ile yapılan yukarıdaki deneyle ilgili,

I. Pozitif fototropizma gerçekleşmiştir.
II. Oksin, koleoptilin ışık alan tarafında yoğunlaşmıştır.
III. Koleoptilde asimetrik büyüme meydana gelmiştir.
IV. Koleoptilin ışık almayan kısmında büyüme yavaşlamıştır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve III B) I ve IV C) II ve IV D) III ve IV E) I, II, III ve IV

12. Her yönden eşit olarak aydınlatılan bir arpa koleoptilinde,

I. fototropizma,
II. oksin üretimi,
III. büyüme

olaylarından hangileri gerçekleşir?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

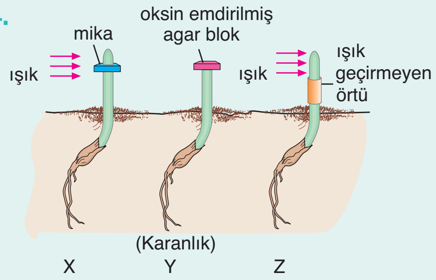
7	B	8	D	9	A

Örnek Sorular

13. Aşağıdaki hormonlardan hangisinin asimetrik dağılımı fototropizmaya neden olur?

A) Giberellin
B) Oksin
C) Etilen
D) Absisik asit
E) Sitokinin

14.



Yukarıdaki koleoptiller ile ilgili,

I. X'te büyüme ve yönelim olmaz.

II. Y'de büyüme olurken yönelim olmaz.

III. Z'de pozitif fototropizma görülür.

yorumlarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız III
B) I ve II
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III

15.

I. Ucu ışık geçiren bir örtü ile örtülmüş olan koleoptilin tek yönden aydınlatılması

II. Herhangi bir işlem uygulanmamış koleoptilin karanlık ortamda bekletilmesi

III. Ucu kesilmiş koleoptilin sağ kısmına oksin içeren agar blok konulması

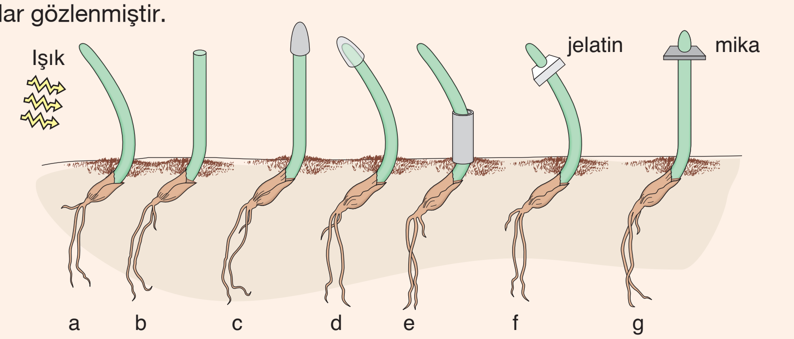
IV. Ucuna yakın bir kısmında jelatin blok bulunduran koleoptilin tek yönden aydınlatılması

Yukarıda verilen durumlardan hangilerinde ilgili koleoptilde yönelim görülür?

A) I ve II
B) III ve IV
C) I, III ve IV
D) II, III ve IV
E) I, II, III ve IV

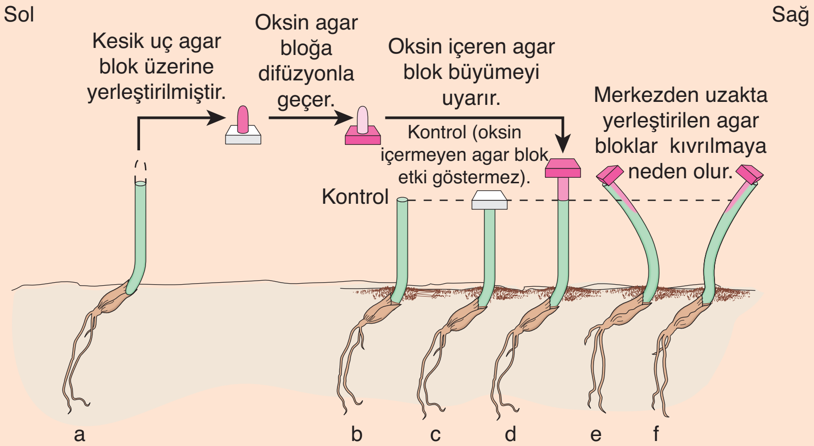
10	B	11	A	12	D

Deney 2 ⇒ Farklı özellikteki koleoptiller tek yönden aydınlatıldığında aşağıdaki durumlar gözlenmiştir.



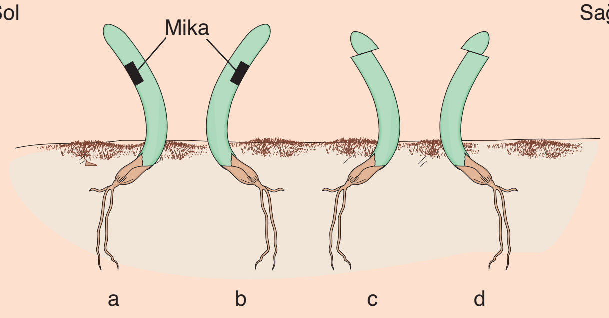
- a. Herhangi bir işlem uygulanmamış koleoptil oksinin asitmetrik dağılımı sonucu ışığa doğru yönelir.
- b. Ucu kesilmiş koleoptilde büyüme ve yönelim olmaz.
- c. Ucu ışık geçirmeyen bir örtü ile örtülmüş koleoptilde büyüme olur, fakat yönelim olmaz.
- d. Ucu ışık geçiren bir örtü ile örtülmüş koleotilde oksinin asimetrik dağılımı sonucu yönelim görülür.
- e. Gövdesi ışık geçirmeyen bir örtü ile örtülmüş koleoptilde oksinin asimetrik dağılım sonucu yönelim görülür.
- f. Jelatin blok oksinin geçişine izin verdiğinden, oksinin asimetrik dağılımı yönelime neden olur.
- g. Mika oksini geçirmez. Bu nedenle koleoptilde büyüme ya da yönelim olmaz.

Deney 3 ⇒ Oksin emdirilmiş agar bloklar ile yapılan deneyler aşağıda verilmiştir:



- a. Bir koleoptilin kesilen ucu agar blok üzerine konulduğunda, oksin hormonu agar blokta birikir.
- b. Ucu kesilmiş bir koleoptilde büyüme ve yönelim olmaz.
- c. Ucu kesilmiş koleoptilin üzerine oksin içermeyen agar blok konulduğunda büyüme ve yönelim olmaz.
- d. Ucu kesilmiş koleoptilin üzerine oksin içeren agar blok konulduğunda, büyüme olurken yönelim olmaz.
- e. Ucu kesilmiş koleoptilin sağ kısmına oksin içeren agar blok konulduğunda, koleoptil sola doğru yönelir.
- f. Ucu kesilmiş koleoptilin sol kısmına oksin içeren agar blok konulduğunda, koleoptil sağa doğru yönelir.

Deney 4 ⇒ Farklı işlemler uygulanan koleoptillerin her yönden ışık alan aydınlık ortamda bekletilmesi aşağıdaki değişimlere neden olmuştur.



- a. Sol yanına mika konulan bir koleoptil sola doğru yönelir.
- b. Sağ yanına mika konulan bir koleoptil sağa doğru yönelir.
- c. Ucu kesilerek sağa kaydırılan bir koleoptil sola doğru yönelir.
- d. Ucu kesilerek sola doğru kaydırılan bir koleoptil sağa doğru yönelir.

b. Geotropizma

➢ Bitkinin yer çekimine karşı gösterdiği yönelim hareketine **geotropizma** denir.

➢ Bitkilerin köklerinde **pozitif geotropizma**, gövdelerinde ise **negatif geotropizma** görülür.

➢ Çimlenmekte olan tohumlarda geotropizma ile kök toprağa, gövde ise güneş ışığına doğru büyür.

c. Haptotropizma

➢ Bitkilerin dokunmaya karşı verdikleri tepkilere **haptotropizma** denir.

➢ Sarmaşıkların bir desteğe temas ettiğinde sarılması, pozitif haptotropizmadır.

➢ Üzüm ve bezelye gibi bitkilerin tendrilleriyle çevresindeki bir objeye sarılması da bu olaya örnek olarak verilebilir.

Yan yatırılan saksıda gövde negatif geotropizma yapar.

Bezelyenin tendrilleriyle çevresindeki teller sarılması (haptotropizma).

d. Kemotropizma

➢ Bitki organlarının kimyasal uyarılara karşı gösterdikleri tepkilere **kemotropizma** denir.

➢ Bitki köklerinin gübre ve besin maddelerine doğru yönelmesi **pozitif kemotropizma**; tuz ve kireç gibi maddelerden uzaklaşması **negatif kemotropizma**dır.

➢ Çiçekli bitkilerde tozlaşmadan sonra polen tüpünün dişicik borusu içinde uzayarak embriyo kesesine ulaşması pozitif kemotropizmaya ait diğer bir örnektir.

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

16. Aşağıdaki işlemlerden hangisinin uygulandığı bir arpa koleoptilinin gövdesinde oksin üretimi <u>olmaz</u>?

A) Uç kısmı alüminyum folyo ile kapatılan

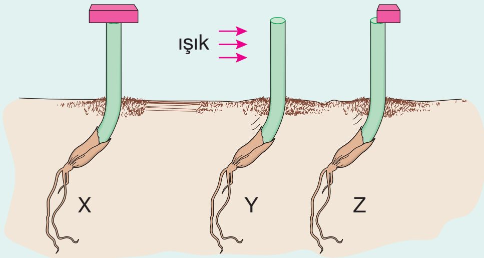
B) Karanlıkta bekletilen

C) Uç kısmı kesilerek uzaklaştırılan

D) Tek yönden aydınlatılan

E) Uç kısmı şeffaf bir örtü ile kapatılan

17. Oksin emdirilmiş agar bloklar ve ucu kesilmiş koleoptiller ile yapılan bazı deneyler aşağıda verilmiştir.



Bu koleoptiller ile ilgili,

I. X koleoptilinde büyüme olurken, yönelim olmaz.

II. Y koleoptilinde pozitif fototropizma görülür.

III. Z koleoptili agar bloğun konulduğu tarafa doğru yönelir.

yargılarından hangileri doğrudur?

(▭ ⟶ Oksin emdirilmiş agar blok)

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

18. Özdeş yapılı iki koleoptilden bir tanesi karanlıkta bekletilirken (A), diğeri tek yönden aydınlatılmaktadır (B).

Bu koleoptillerle ilgili,

I. A koleoptilinde büyüme olur yönelim olmaz.

II. B koleoptili ışığın geldiği tarafa yönelir.

III. Oksin hormonu A koleoptilinde üretilmezken, B koleoptilinde üretilir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

13	B	14	E	15	C

Örnek Sorular

19. Bitkilerdeki yönelim hareketleri ile aşağıda yapılan eşleştirmelerden hangisi doğru değildir?

A) Hidrotropizma → Köklerin suya yönelmesi

B) Fototropizma → Gövdenin ışığa yönelmesi

C) Haptotropizma → Sarmaşığın bir desteğe sarılması

D) Geotropizma → Kökün yer çekimi doğrultusunda büyümesi

E) Travmatropizma → Kökün gübreye doğru yönelmesi

20. Aşağıdaki bitki hareketlerinden hangisi, uyarının yönüne bağlı olmadan turgor basıncındaki değişimle gerçekleşir?

A) Kökün yara yönünün tersine yönelmesi

B) Bitki köklerinin, kendisi için yararlı olan organik ve inorganik maddelerin bulunduğu bölgeye doğru büyümesi

C) Asma bitkisinin bir başka bitkiye sarılması

D) Küstüm otu bitkisine dokununca yapraklarının kapanması

E) Kökün suya doğru yönelmesi

(2017 – LYS)

21. Nasti hareketleri ile ilgili,

I. Uyarının yönüne bağlı olarak gerçekleşir.

II. Tepki turgor basıncındaki değişiklikler sonucu verilir.

III. Bitkilerin sadece büyüyen ve uzayan kısımlarında görülür.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

16	C	17	A	18	B

Palme Yayınevi

e. Hidrotropizma

➢ Bitki köklerinin suya doğru yönelim göstermesi **hidrotropizma** olarak adlandırılır.

f. Travmatropizma

➢ Bitki organlarının yaralanma nedeniyle gösterdikleri yönelme hareketlerine **travmatropizma** denir. Daha çok bitki köklerinde görülür.

➢ Büyümekte olan bir fasulye kökü bir taşa çarpıp yaralandığında, kök taşa zıt yönde büyür ve taştan uzaklaşır.

2. Nasti Hareketleri

➢ Bitkilerin uyarının yönüne bağlı olmaksızın gerçekleştirdikleri hareketlere **nasti** denir.

➢ Nasti hareketleri uyarının yönüne bağlı olmadığı için tropizmada olduğu gibi pozitif veya negatif yönde gerçekleşmez.

NOT: Nasti hareketleri bitkinin turgor basıncında meydana gelen ani değişimlere göre gerçekleşir.

➢ Nasti hareketlerine neden olan uyaranlar ısı, ışık ve sarsılma gibi dış çevre faktörleridir.

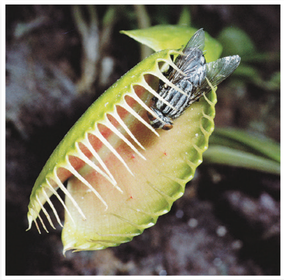
1. Sismonasti

➢ Bitkide dokunma ile meydana gelen turgor değişimleri sonucu ortaya çıkan hareketlere **sismonasti** denir. Aşağıda bu olaya ait bazı örnekler verilmiştir.

- Küstüm otu (Mimosa piduca) bitkisinin yapraklarına dokunulduğunda, yaprakları sarkar ve yaprakçıkları katlanarak kapanır.
- Böcekçil bitkilerin böceğin dokunması ile yapraklarını kapatması.

Küstüm otu yapraklarının uyarılmamış durumu

Küstüm otu yapraklarının dokunma veya sarsıntı gibi bir etki ile uyarılmış durumu



Böcekçil bitkiler böceği sismonasti ile yakalar.

2. Fotonasti

➢ Nasti, ışığın etkisiyle meydana geliyorsa **fotonasti** olarak adlandırılır. Aşağıda bu duruma ait bazı örnekler verilmiştir.

- Akşamsefası çiçeklerinin gündüzleri kapanıp, geceleri açılması.
- Bitkilerde gaz alış verişi ve terlemeyi sağlayan stomaların gündüzleri açılıp, geceleri kapanması.
- Sarmaşık bitkisine ait çiçeklerin gündüzleri açılıp, geceleri kapanması.

3. Termonasti

- Bitkilerde sıcaklık değişimlerinin neden olduğu nasti hareketlerine **termonasti** denir.
- Temonasti daha çok bitkilerin çiçeklerinde görülen bir harekettir.
- Çiğdem ve lale gibi bitkilerin çiçeklerinin soğukta kapanıp sıcakta açılması bu olaya örnek olarak verilebilir.

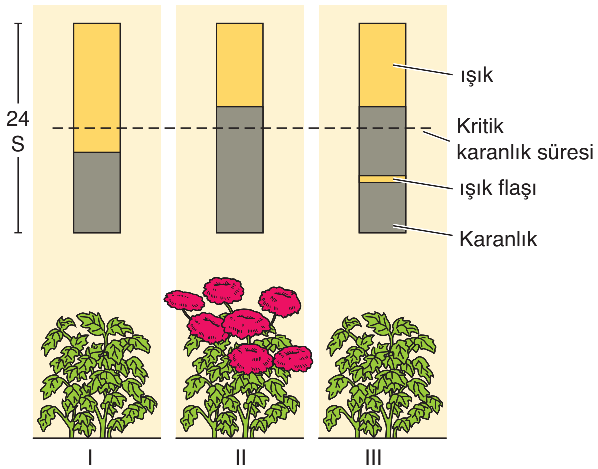
C. FOTOPERİYODİZM

- Bitkilerin gün uzunluğuna bağlı olarak gelişim göstermesi olayına **fotoperiyodizm**, gelişim gösterdikleri evreye ise **fotoperiyot** adı verilir.
- Bitkiler 24 saatlik gece ve gündüz döngüsünde, gündüz (ışık) ve gece (karanlık) periyodunun uzunluğuna göre gelişim gösterirler.
- Fotoperiyot, bitkilerde büyüme, gelişme, çiçeklenme, yaprakların dökülmesi ve durgunluk döneminin başlaması gibi fizyolojik olayları etkiler.
- Bitkilerin fotoperiyodik yanıtlarına göre sınıflandırılması genelde çiçeklenmeye dayanır ve fotoperiyoda göre kısa gün, uzun gün ve nötr gün bitkileri olmak üzere üçe ayrılır.
- Uzun gün ve kısa gün bitkilerinde çiçeklenmeyi kontrol eden etmen gün uzunluğu değil, gece uzunluğudur. **Kritik gece uzunluğu** adı verilen bu etmen, kısa gün ve uzun gün bitkilerinde çiçeklenmeyi düzenleyen gece uzunluğu ya da karanlık saat sayısıdır.

NOT: Kısa gün bitkilerinde gece uzunluğu "kritik karanlık süresini" aştığı zaman çiçeklenme olurken, uzun gün bitkilerinde ise gece uzunluğu, "kritik karanlık süresinden" daha kısa olduğu zaman çiçeklenme gerçekleşir.

a. Kısa Gün Bitkileri

- Gecenin gündüzden daha uzun olduğu mevsimlerde çiçek açıp gelişirler. Bu tip bitkiler kısa gün koşullarının hakim olduğu yaz sonunda, sonbaharda ya da kışın çiçek açarlar.
- Kısa gün bitkilerine çilek, sütleğen, patates ve soya fasulyesi gibi bitki türleri örnek olarak verilebilir.
- Aşağıda bir kısa gün bitkisinin fotoperiyota bağlı olarak çiçeklenme durumu verilmiştir.



Örnek Sorular

22. Böcekcil bitkilerdeki,

I. taşa çarpan kökün zıt yönde büyümesi,

II. üzerine böcek konan yaprağın kapanması,

olayları aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak adlandırılmıştır?

	I	II
A)	Haptotropizma	Sismonosti
B)	Fototropizma	Termonasti
C)	Travmatropizma	Sismonasti
D)	Geotropizma	Fotonasti
E)	Hidrotropizma	Termonasti

23. I. Asma bitkisinin dokunduğu bir dala zamanla sarılması

II. Akşamsefası bitkisinin çiçeklerinin aydınlıkta kapanıp karanlıkta açılması

III. Bitki köklerinin toprağın derinliklerine doğru uzaması

IV. Küstüm otu bitkisinin dokununca yaprakçıklarını kapatması

Yukarıdakilerden hangileri, yönelim hareketi olarak <u>kabul edilemez</u>?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III D) II ve IV E) III ve IV

(2010 – LYS)

24. Bitkilerde gerçekleşen aşağıdaki olaylardan hangisi nasti hareketi <u>değildir</u>?

A) Sarmaşık bitkisinin çiçeklerinin gündüz açılıp gece kapanması

B) Küstüm otunun yapraklarının dokunulduğunda kapanması

C) Belirli bir sıcaklıkta lalelerin çiçek açması

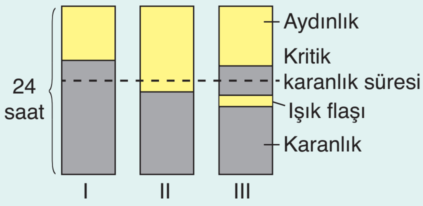
D) Fasulye bitkisinin bir desteğe sarılarak büyümesi

E) Akşam sefası bitkisinin çiçeklerinin gündüzleri kapanması

19	E	20	D	21	A

Örnek Sorular

25. **Kısa gün bitkisi olduğu bilinen çilek,**



ortamlarından hangilerinde çiçek açar?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

26. **Kritik gece uzunluğunun 12 saatten az olduğu bir zaman diliminde,**

I. uzun gün,

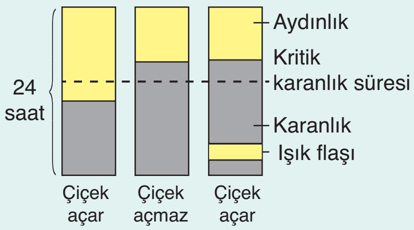
II. nötr gün,

III. kısa gün

bitkilerinden hangileri çiçek açabilir?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

27. Aşağıdaki şekilde bir bitkinin fotoperiyoda bağlı olarak çiçeklenmesi gösterilmiştir.



Buna göre,

I. Deneyde kullanılan bitki uzun gün bitkisidir.

II. Gece uzunluğu kritik karanlık süresinin altında olduğu zamanlarda çiçeklenir.

III. Kritik karanlık süresinin ışıkla bölünmesi çiçeklenmeye neden olabilir.

yorumlarından hangileri yapılabilir?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

22	C	23	D	24	D

I. Gece uzunluğu kritik karanlık süresinin altında olduğunda bitki çiçek açmaz.

II. Gece uzunluğu kritik karanlık süresini geçtiğinde bitki çiçek açar.

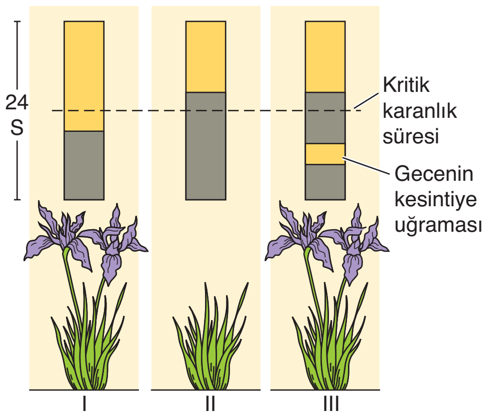
III. Gece periyodunun arasında kısa bir ışık uygulaması bitkinin çiçek açmasını önler.

b. Uzun Gün Bitkileri

➢ Gündüzün geceye oranla daha uzun olduğu mevsimlerde çiçek açıp gelişirler. Bu tip bitkiler genellikle ilkbahar ve yaz aylarında çiçek açarlar.

➢ Uzun gün bitkilerine arpa, buğday, dereotu, şeker pancarı, turp, çavdar ve ıspanak gibi bitki türleri örnek olarak verilebilir.

➢ Aşağıda bir uzun gün bitkisinin fotoperiyoda bağlı olarak çiçeklenme durumu verilmiştir.



I. Gece uzunluğunun kritik karanlık süresinden daha kısa olması durumunda bitki çiçek açar.

II. Gece uzunluğunun kritik karanlık süresinden daha uzun olması durumunda bitki çiçek açmaz.

III. Gece periyodunda belirli bir süre ışık uygulaması durumunda bitki çiçek açar.

c. Nötr Gün Bitkileri

➢ Gün uzunluğundan etkilenmeyen bitkilerdir. Nötr gün bitkilerinde çiçeklenme fotoperiyottan etkilenmez. Çiçeklenme içsel bir denetim mekanizması ile düzenlenir.

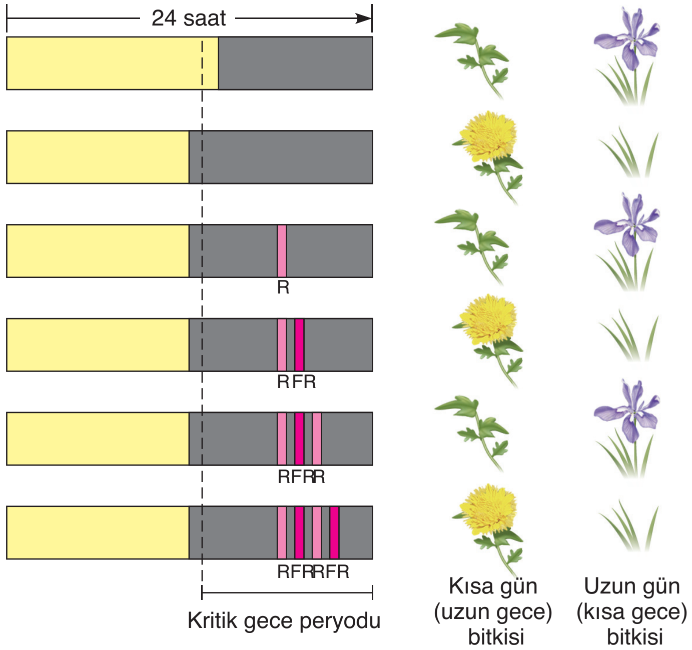
➢ Nötr gün bitkilerine, kültür bitkilerinden pamuk, tütün ve ayçiçeği gibi bitki türleri örnek olarak verilebilir.

Kırmızı (R) ve uzak - kırmızı (FR) ışığın çiçeklenme üzerine etkisi :

➢ Fotoperiyodik yanıt üzerinde kırmızı ve uzak - kırmızı ışığın geriye dönüşebilir etkileri vardır.

➢ Kırmızı bir ışık flaşı ile karanlık periyot bölünebilir. Kırmızı ışıktan sonra uzak – kırmızı bir ışık uygulanımı, kırmızı ışığın etkisini kaldırır.

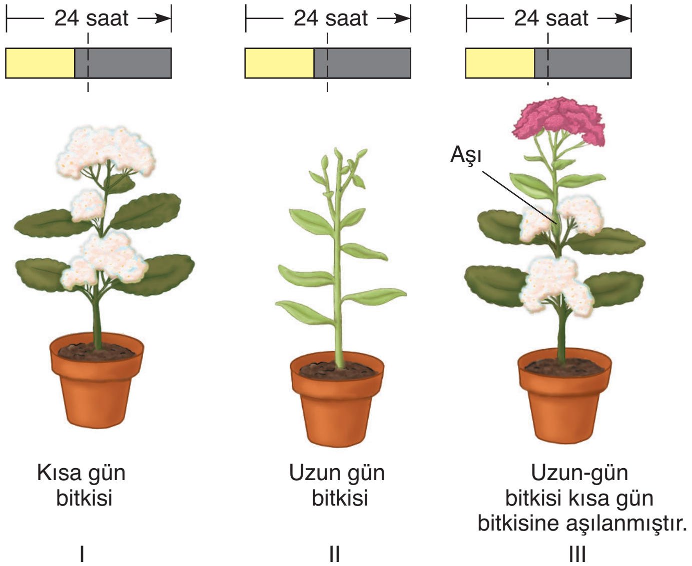
➢ Aşağıda kısa ve uzun gün bitkilerindeki karanlık periyodun kırmızı ve uzak – kırmızı ışık ile kesintiye uğratılmasının çiçeklenme üzerindeki etkileri gösterilmiştir:



Çiçeklenmenin Hormonal Kontrolü :

➢ Çiçeklenmeyi kontrol eden **florigen** proteini yapraklarda üretilir. Bu molekül hücreler arasında bulunan geçitler (plasmodesma) aracılığı ile hedef bölgelere taşınmaktadır.

➢ Aşağıda çiçeklenme hormonu ile ilgili bir deney verilmiştir.



➢ Şemada da görüldüğü gibi tek başlarına kritik karanlık sürenin 12 satten fazla olduğu ortama bırakılan kısa gün bitkisi çiçeklenirken, uzun gün bitkisi çiçeklenmez (I ve II).

➢ Kısa gün koşullarının hakim olduğu bir alanda, uzun gün bitkisi kısa gün bitkisine aşılanırsa her iki bitki de çiçek açar (III).

Not: Bu sonuçlar, çiçeklenmeyi uyaran florigen proteinin aşıdan taşınarak hem kısa hem de uzun gün bitkilerinde çiçeklenmeyi uyardığını kanıtlar.

Örnek Sorular

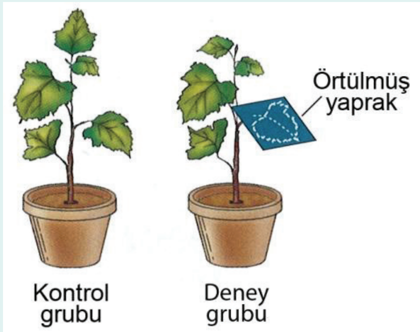
28. **Farklı bitkilerde görülen,**

I. sardunya köklerinin suya doğru büyümesi,
II. menekşe bitkisindeki stomaların açılıp – kapanması,
III. yulaf bitkilerinin ışığa doğru yönelmesi

olaylarından hangileri tropizma olayına örnek olarak verilebilir?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

29. Aşağıda kontrol ve deney grubu olarak gösterilen iki bitki uzun gün koşullarında yetiştirilmiştir. Deney bitkisinin bir yaprağının üzeri günün belirli bir kısmında örtülerek ışık alması engellenmiştir. Bu deneyin sonucunda kontrol bitkisi çiçek açmazken deney bitkisinin çiçek açtığı görülmüştür.



Bu deneyde çiçeklenmeye neden olan sinyalle ilgili,

I. Yapraklar tarafından alınmıştır.
II. Yaprakta sentezlendikten sonra tomurcuğa taşınmıştır.
III. Doğrudan tomurcuk tarafından sentezlenmiştir.
IV. Kökler tarafından algılandıktan sonra sürgüne iletilmiştir.

yorumlarından hangileri yapılabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız IV C) I ve II
D) II ve III E) III ve IV

(2010 – LYS)

30. **Çiçeklenmeye neden olan florigen molekülü ile ilgili,**

I. Peptit bağı içerir.
II. Sadece kısa gün bitkilerinde üretilir.
III. Bitkinin farklı bölümlerine taşınabilir.

ifadelerinden hangileri yanlıştır?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

25	A	26	B	27	E
28	C	29	C	30	A

DERS NOTLARI

1. TEST

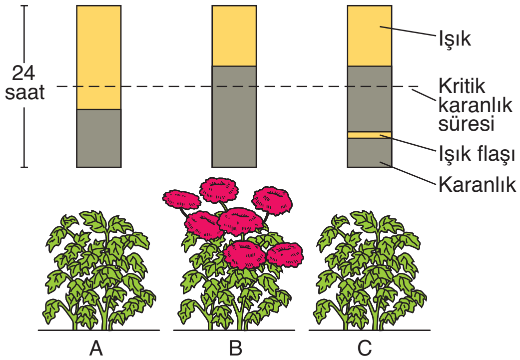
1. **Oksin hormonu miktarının normalin üzerinde olması bitkilerde,**

I. meyve olgunlaşmasının hızlanması,
II. büyüme hızının azalması,
III. kambiyum faaliyetinin artması

durumlarından hangilerine neden olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

2. Aşağıda aynı türe ait üç farklı bitkinin fotoperiyoda bağlı olarak çiçeklenme durumları verilmiştir.



Bu bitkiler ile ilgili,

I. A bitkisinin karanlık ortamda bekleme süresi artırılırsa çiçeklenme başlayabilir.
II. Deneyde kullanılan bitki uzun gün bitkisidir.
III. C bitkisi ışık flaşı uygulamasının iptali durumunda çiçeklenebilir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

3. Genç bir bakla fidesi bir petri kutusunda ıslak filtre kağıdı üzerine konur ve kök ucuna kızgın iğne ile dokundurulursa, kökün dokunan kısmın aksi tarafa yöneldiği görülür.

Bu durum aşağıdaki hareketlerden hangisine örnek olarak verilebilir?

A) Travmotropizma B) Termonasti
C) Hidrotropizma D) Kemotropizma
E) Sismonasti

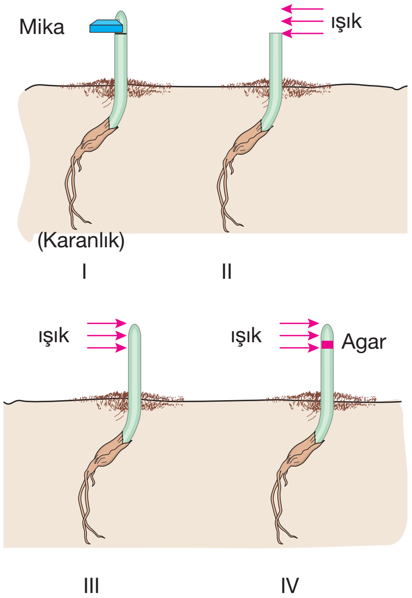
4. **Aşağıda bazı bitki bölümleri ile bu bölümlere etki eden uyarı çeşitleri verilmiştir.**

	Bitki bölümü	Uyarı çeşidi
I.	Gövde	Yer çekimi
II.	Kök	Gübre
III.	Gövde	Işık
IV.	Kök	Cıva

Numaralandırılarak verilen bitki bölümlerinden hangileri karşısındaki uyarı çeşidine karşı <u>negatif tropizma</u> gösterir?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III
D) II ve IV E) III ve IV

5. Özdeş yapıdaki dört arpa koleoptiline aşağıdaki işlemler uygulanmıştır.



Numaralı koleoptillerden hangilerinde tropizma olayı gerçekleşir?

A) I ve II B) I ve IV C) III ve IV
D) I, III ve IV E) II, III ve IV

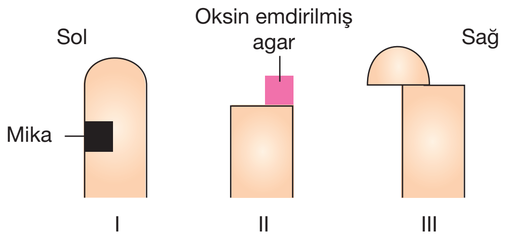
6. **Aşağıdakilerden hangisi bitki büyümesine etki eden çevresel faktörlerden biri <u>değildir</u>?**

A) Sıcaklık B) Toprağın yapısı
C) Hormonlar D) Işığın dalga boyu
E) Yer çekimi

7. **Su alan bir tohumda aşağıdaki hormonlardan hangisinin miktarının artması çimlenmeyi başlatır?**

A) Sitokinin B) Oksin C) Giberellin
D) Etilen E) Absisik asit

8.



Yukarıdaki koleoptillerden hangileri sola doğru yönelir?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

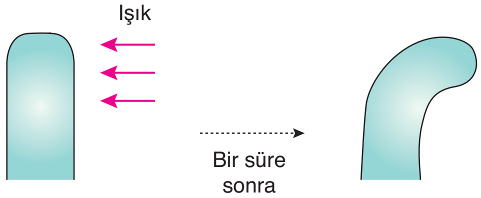
9. **Bitkilerde gözlenen,**

I. akşam sefasının gündüzleri kapanıp geceleri açması,
II. sarmaşığın desteğe temas ettiğinde sarılması,
III. böcekçil bitki yapraklarının böceğin yaprağa dokunmasıyla bir kapan şeklinde kapanması

hareket çeşitleri ile ilgili aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

	I	II	III
A)	Fotonasti	Haptotrapizma	Sismonasti
B)	Fototropizma	Haptotropizma	Travmatropizma
C)	Fotonasti	Travmatropizma	Sismonasti
D)	Sismonasti	Travmatropizma	Termonasti
E)	Fototropizma	Haptotropizma	Fotonasti

10. Aşağıda tek yönden aydınlatılan bir yulaf koleoptilindeki fototropizma olayı şematik olarak verilmiştir.



Bu olayla ilgili olarak,

I. Yönelim uyarının yönüne bağlı olarak gerçekleşmiştir.
II. Yönelimin nedeni oksin hormonunun asimetrik dağılımıdır.
III. Koleoptil büyümenin az olduğu tarafa doğru yönelmiştir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

11. **Bitkisel hormonlar ile ilgili,**

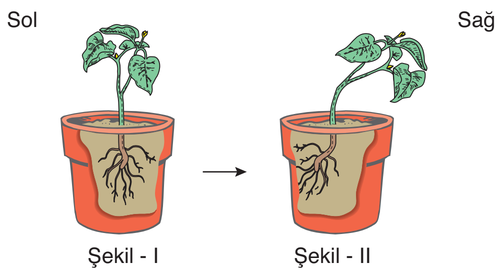
I. Kuraklık ve enfeksiyon gibi streslere yanıt olarak etilen üretilir.
II. Sitokinin, çiçek ve yaprakların yaşlanmasını hızlandırır.
III. Giberellin hücre bölünmesini ve hücre uzamasını uyarır.

ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

Palme Yayınevi

12. Bir saksı bitkisi aşağıda verilen Şekil I'deki konumda bir süre bekletildiğinde Şekil II'deki değişim gözlenmiştir.



Şekil - I Şekil - II

Bu değişime,

I. saksıdaki toprağın sol tarafına gübre konulması,
II. gövdenin sağ taraftan tek yönlü aydınlatılması,
III. saksıdaki toprağın sağ yanına kireç konulması

uygulamalarından hangileri neden olabilir?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

1. B	2. C	3. A	4. B	5. D	6. C	7. C	8. B	9. A	10. E	11. A	12. E

Bitkilerde Madde Taşınması

24. Ünite

Örnek Sorular

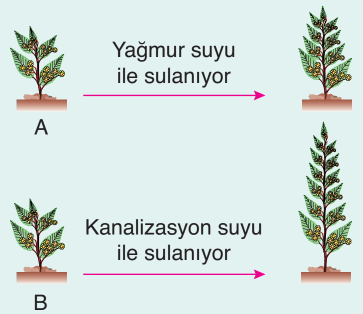
1. **Gelişmiş yapılı bitkiler yaşamaları için gerekli olan,**

I. karbon dioksit,
II. mineral,
III. organik besin,
IV. su

moleküllerinden hangilerini kökleri ile topraktan alırlar?

A) Yalnız IV B) I ve II C) II ve IV
D) I, II ve IV E) II, III ve IV

2.



Aynı ortamda bulunan özdeş yapılı bitkilerle ilgili yukarıdaki deneye göre,

I. Kanalizasyon suyundaki mineral miktarı yağmur suyundan çoktur.
II. B bitkisinin birim zamanda tükettiği karbon dioksit miktarı daha çoktur.
III. A ve B bitkilerinin genetik yapıları farklıdır.

yorumlarından hangileri yapılabilir?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

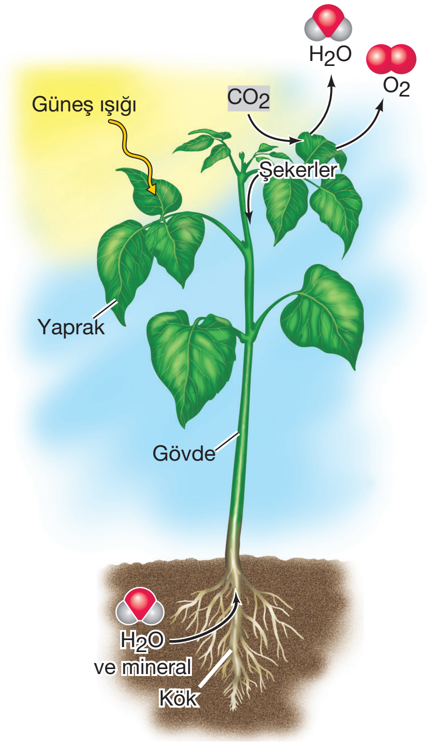
3. **Yaşadığı topraktan yeterince nitrat tuzu (NO_3^-) alamayan bir bitkide,**

I. klorofil,
II. amino asit,
III. organik baz

moleküllerinden hangilerinin sentezinde aksama olur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

➢ Bitkiler, fotosentez sırasında enerji kaynağı olarak güneş ışığına, organik madde sentezlemek için ise inorganik maddelere ihtiyaç duyarlar.



Bitkiler tarafından besin elementlerinin alınması

➢ Bitkiler ihtiyaç duydukları inorganik maddelerini topraktan su ve inorganik iyon formundaki bazı minerallerden karşılarlar. Ayrıca organik maddelerin sentezlenebilmesi için gerekli olan karbondioksiti de havadan alırlar.

➢ Bitkilerin beslenmesinde toprak özellikleri oldukça önemlidir. Toprak ortamı; yeterli miktarda besin elementlerine sahip, gaz ve su hareketine elverişli, yeterli sayı ve türde mikroorganizma barındıran ve bitki köklerinin gelişmesine uygun olmalıdır.

NOT Toprağın bitki beslenmesindeki verimliliğini, topraktaki toplam besin elementi miktarı değil, bitki kökleri tarafından alınabilir besin elementi miktarı belirler.

➢ Bir bitkinin büyümesi ve yaşam döngüsünü tamamlayabilmesi için gerekli olan bir elemente **elzem** (mutlak gerekli) **besin elementi** adı verilir.

➢ Bitkilerin fazla miktarda ihtiyaç duyduğu besin elementlerine **makro element** (makrobesleyici) denir. Bu besin elementlerine karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), azot (N), kükürt (S), fosfat (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve silisyum (Si) örnek olarak verilebilir.

➢ Bitkilerin çok az miktarda ihtiyaç duyduğu besin elementlerine **mikro element** (mikrobesleyici) adı verilir. Bu besin elementlerine klor (Cl), demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn), çinko (Zn), molibden (Mo), nikel (Ni) ve sodyum (Na) örnek olarak verilebilir.

➢ Bitkilerin büyüme ve gelişmesinde etkili olan makro ve mikro elementlerin eksikliklerinde bitkilerde çeşitli gelişim bozuklukları görülür.

- Bir bitki için zorunlu olan besin elementlerinden herhangi birisinin ortamda yetersiz olması, diğerleri ne kadar yeterli olursa olsun bitki büyümesini sınırlandırır. Yani bitki gelişimini, miktarı en az elementten yararlanma oranına göre ayarlar. Buna **minimum yasası** adı verilir.
- Bitkide yeterli büyüme ve gelişmenin sağlanması için bitki beslenmesinde gerekli olan elementleri içeren doğal veya yapay maddeye **gübre** denir.
- Organik gübre ve ticari (yapay) gübre olmak üzere iki çeşit gübre bulunur.
- Çürümüş bitki atıkları ve hayvan gübresi **organik gübrelere** örnek olarak verilebilir. Bu tip gübrelerde henüz parçalanmamış organik maddeler bulunur. Bu organik maddelerin bitkiler tarafından kullanılması için inorganik besin elementlerine parçalanması gerekir. Bu işlem saprofit organizmalar tarafından gerçekleştirilir.
- **Ticari gübreler** toprakta eksikliği en yaygın olan azot, fosfor, potasyum gibi elementlerden kimyasal yollarla yapay olarak üretilir.

NOT: Organik gübre uygulanan topraklarda, inorganik besin elementleri uzun sürelerde oluştuğu için bitkiler tarafından yavaş yavaş alınırlar ve dolayısıyla toprakta uzun süre kalırlar. Ticari gübrelerdeki besin elementleri hemen kullanılabilir durumda olduğundan toprakta uzun süre kalamaz.

Minerallerin Topraktan Alınmasında Bakteri ve Mantarların Etkisi

- Bazı bitkilerde, topraktan besin elementlerinin alınabilmesi amacıyla nodül ve mikroza gibi özelleşmiş yapılar bulunur.

a. Nodül

- Bitkiler atmosferde gaz halinde bulunan azotu (N_2) doğrudan kullanamazlar. Atmosfer azotunun bitkinin kullanabileceği forma dönüştürülmesi olayına **biyolojik azot bağlanması (biyolojik azot fiksasyonu)** adı verilir.
- Biyolojik azot bağlanması karasal ekosistemlerde azot bağlayıcı bakteriler ve bazı bitkilerin kök nodüllerinde simbiyotik yaşayan bakteriler tarafından gerçekleştirilir. Sucul ekosistemlerde ise bu olay siyanobakteriler tarafından gerçekleştirilir.
- Baklagil grubu bitkilerle (bezelye, fasulye) azot bağlayacı bakteriler (rhizobium) arasında karşılıklı yarar esasına dayanan (mutualizm) bir ortak yaşam görülür.
- Azot bağlayıcı bakterilerin, bitkilerin kök hücrelerine girmesiyle **nodül** olarak adlandırılan yumrular oluşur.
- Nodüldeki bakteriler ortamdaki azot gazını toprağa amonyak olarak bağlar. Daha sonra amonyak amonyum ile nitrata dönüşür. Bitkiler bu tuzları fotosentez olayında kullanarak amino asit gibi azot içeren organik bileşikleri üretir.
- Bitkiler bu hizmetleri karşılığında azot bağlayıcı bakterilere barınak ve besin sağlarlar.

NOT: Baklagil ekimi toprağı azot bakımından zenginleştirir. Çiftçiler toprağın azot seviyesini düşüren kültür bitkileriyle (mısır gibi), toprağın azot seviyesini yükselten baklagilleri (bezelye gibi) dönüşümlü ekerler. Bu yöntem **ürün rotasyonu** olarak adlandırılır.

Örnek Sorular

4. Baklagillerin köklerindeki nodüllerde yaşayan rhizobium bakterileri ile ilgili,

I. Baklagillerle karşılıklı yarar esasına dayanan bir beslenme ilişkileri vardır.

II. Atmosferik azotun bitkinin kullanabileceği forma dönüşmesinde görev yaparlar.

III. Bitki için geniş bir kök yüzey alanı oluştururlar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

5. Tarlasına mısır eken bir çiftçi, tarlasındaki azot miktarını artırmak için diğer yıl aşağıdaki bitkilerden hangisinin ekimini yapmalıdır?

A) Pamuk B) Tütün C) Şeker kamışı D) Karpuz E) Fasulye

6. Bitkiler atmosferde bulunan,

I. azot,

II. karbondioksit,

III. oksijen

gazlarından hangilerini doğrudan kullanabilirler?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

1	C	2	B	3	E

Örnek Sorular

7. Mikoriza olarak adlandırılan yapılar ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?

A) Bitki ve mantarlar arasında oluşur.

B) Bitki mantara besin aktarır.

C) Mantar hifleri bitkinin kök yüzey alanını artırır.

D) Atmosferik azotun toprağa bağlanmasını sağlar.

E) Bitkinin topraktan aldığı su ve mineral miktarını artırır.

8. Aşağıda A bitkisinin iki farklı canlı türü ile ilişkisi verilmiştir.

– A bitkisinin kökünde bulunan nodüllerde X canlısı yaşamaktadır.

– A bitkisi ile Y canlısı mikoriza oluşturmaktadır.

Buna göre,

I. X canlısı prokaryot hücre yapısına sahiptir.

II. Y canlısı mantarlar alemine ait olabilir.

III. X canlısı, A bitkisine organik besin sağlar.

IV. A bitkisi X canlısı ile mutualist, Y canlısı ile kommensal bir ilişki içindedir.

yorumlarından hangileri yapılabilir?

A) I ve II B) III ve IV C) I, II ve III

D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

9. Bitkiler aleminde yer alan tüm canlılarda,

I. karbon dioksit kullanarak organik besin sentezleme,

II. ökaryot yapılı hücrelere sahip olma,

III. ksilem ve floemden oluşan iletim demetleri içerme

özelliklerinden hangileri ortaktır?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

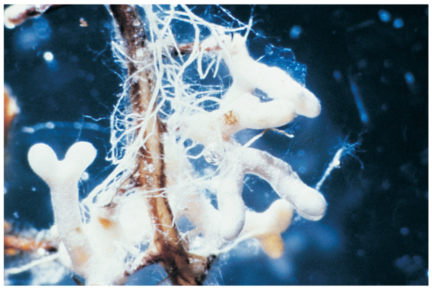
4	B	5	E	6	E

Palme Yayınevi

b. Mikoriza

- Bitkilerin çoğu, topraktan su ve minerallerin emilmesi sırasında ortak yaşadıkları mantarlarla iş birliği yapar.
- Canlı bitki kökleri ile mantar hifleri arasındaki mutualist birlikteliğe **mikoriza** denir.
- Mantar hifleri ağsı yapıları sayesinde bitki köklerini sararak, bitkinin emilim yüzey alanını artırırlar. Böylece topraktaki su ve minerallerin, özellikle fosfatın bitki köküne emilim hızı artar ve bitki gelişimi hızlanır.
- Bitki fotosentez ile ürettiği organik bileşiklerin bir kısmını mantara verir.

Soya fasulyesi bitkisinde kök nodülleri, Rhizobium türü bir bakterinin enfeksiyonu sonucu oluşur.



Mantarın beyaz miselyumu (hif ağı) kızıl çam ağacının köklerini kuşatarak mikoriza oluşturur. Mantar miselyumu su ve mineral alınımı için geniş bir yüzey alanı oluşturur.

BİTKİLERDE TAŞIMA

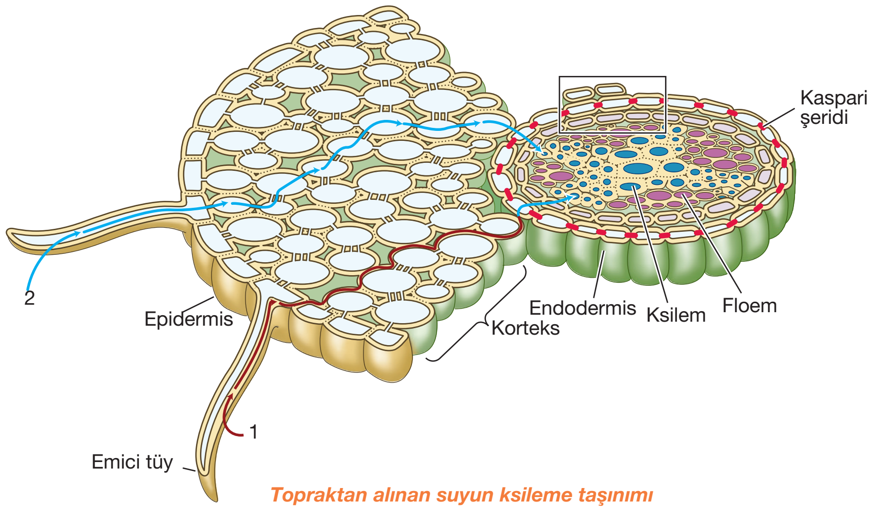
- Bitkiler iletim demeti bulundurup bulundurmamalarına göre damarlı ve damarsız bitkiler olarak ikiye ayrılır.
- **Damarsız bitkilerin** ksilem ve floemden oluşan iletim demetleri yoktur. Genelde küçük bitkiler olup, madde taşınımı osmoz, difüzyon ve aktif taşıma ile olur. Ciğer otları ve kara yosunları bu tür bitkilere örnek olarak verilebilir.
- **Damarlı bitkilerin** ksilem ve floemden oluşan iletim demetleri vardır. Genel olarak su ve mineraller ksilemde, organik besinler ise floemde taşınır. Eğrelti otları, açık tohumlu ve kapalı tohumlu bitkiler bu grupta incelenir.

A. SU VE MİNERALLERİN TAŞINMASI

- Bitkilerde su ve minerallerin taşınımı iki basamakta gerçekleşir.
- Birinci basamakta su ve mineraller kökler tarafından emilip, yanal olarak ksileme taşınır.
- İkinci basamakta ise su ve mineraller ksilem boruları ile kökten yaprağa doğru taşınır.

a. Su ve Minerallerin Kökler ile Emilimi ve Yanal Taşınımı:

- Bitkilerin köklerinde su ve mineral emilimini sağlayan emici tüyler bulunur.
- Emici tüyler ile topraktan alınan su ve mineraller sırasıyla epidermis, korteks ve endodermis kısımlarından geçerek ksileme ulaşır.



Topraktan alınan suyun ksileme taşınımı

- Topraktan emici tüyler ile alınan su ve minerallerin bir kısmı hücre çeperlerinin dışından, hücreye girmeden, hücreler arası boşluklardan geçerek taşınır. **(1. Yol)**
- Alınan su ve minerallerin bir kısmı ise hücreden hücreye uzanan sitoplazmik bağlantılar ile taşınarak ksileme ulaşır. **(2. Yol)**

Not: Kök emici tüylerindeki mineral derişimi toprağa göre daha fazladır. Bu nedenle minerallerin emici tüyler ile alınması aktif taşıma ile gerçekleşir.

b. Suyun Gövdede Taşınımı:

- Topraktan alınan su ve minerallerin gövde ve yaprağa taşınımı ksilemde tek yönlü gerçekleşir.
- Yer çekimine zıt yönde gerçekleşen bu olayda kök basıncı, kılcallık, terleme-çekim ve kohezyon gibi faktörler etkilidir.

1. Kök basıncı:

- Suyun köklerden yukarı doğru itilmesi kök basıncı ile sağlanır.
- Kök hücrelerinde bulunan su yoğunluğu, toprakta bulunan su yoğunluğuna göre daha azdır. Bu yoğunluk farkından doğan ozmotik basınç, **kök basıncını** meydana getirir.
- Kök basıncı suyun topraktan kök hücrelerine geçmesini ve gövde içinde belirli bir yüksekliğe kadar taşınmasını sağlar.
- Kök basıncı, topraktaki su miktarının ve havadaki nemin yüksek; bitkide terlemenin düşük olduğu zamanlarda suyun yaprak kenarlarında bulunan **hidatotlardan** sıvı damlalar halinde atılmasına neden olur. Bu olay **gutasyon (damlama)** olarak adlandırılır.

Gutasyon : *Kök basıncı bu çilek yaprağından aşırı suyu dışarıya atmak için zorluyor.*

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

10. Gelişmiş yapılı bitkilerde kök emici tüyleri ile alınan su ve mineraller,

I. endodermis,
II. epidermis,
III. korteks

kısımlarından hangi sıra ile geçerek merkezi silindirde bulunan ksileme ulaşırlar?

A) I - II - III B) II - I - III C) II - III - I
D) III - II - I E) III - I - II

11. Bitkilerde bulunan iletim demetleri,

I. solunum gazları,
II. organik besinler,
III. su ve mineraller

moleküllerinden hangilerini taşımak için özelleşmiştir?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

12. Damlama olayı ile ilgili,

I. Stomalar aracılığı ile gerçekleşir.
II. Suyun sıvı damlalar halinde atılmasını sağlar.
III. Havadaki nemin düşük, bitkide terlemenin fazla olması durumunda gerçekleşir.
IV. Kök basıncının etkisiyle gerçekleşen bir olaydır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III
D) II ve IV E) III ve IV

7	D	8	A	9	A

Örnek Sorular

13. **Gelişmiş yapılı bitkilerdeki su taşınımı ile ilgili,**

I. Kök basıncı topraktan alınan suyu yapraklara doğru iter.

II. Floem borularının çapının dar olması su taşınımını kolaylaştırır.

III. Suyun adhezyon ve kohezyon özellikleri suyun taşınımına yardımcı olur.

yargılarından hangileri doğru değildir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

14. **Bitkilerde ksilem ve floem ile ilgili,**

I. Farklı maddeleri taşıyabilirler.

II. Taşınımın yönlerinde farklılık görülebilir.

III. Her ikisinde de maddelerin taşınmasında ATP enerjisinden yararlanılır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

(2013 – LYS)

15. **Bir çiftçinin domates yetiştirdiği tarlasına aşırı miktarda gübre dökmesi,**

I. toprağın osmotik basıncının artması,

II. domates bitkilerinin köklerinden su kaybetmesi,

III. domates bitkilerinin topraktaki suyu aktif taşıma ile köklerine alması

durumlarından hangilerine neden olabilir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

10	C	11	D	12	D

- Gutasyon olayı ile bitkiden su ile beraber bir miktar mineral atımı da gerçekleşir.

Not: Kurak bölge bitkilerinin kök ozmotik basıncı sulak bölge bitkilerine göre daha yüksektir.

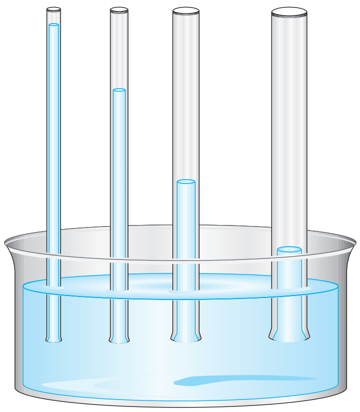
Not: Aşırı gübreleme gibi toprağın ozmotik basıncını artıran olaylar, bitkilerin köklerinden su kaybederek ölmelerine neden olur.

2. Kılcallık:

- Kılcallık, ksilemin çeperlerinin su moleküllerini çekmesiyle ortaya çıkar. Ksilemin çeperlerinde oluşan bu çekim kuvveti, suyun adhezyon özelliğinden kaynaklanır.

Not: Adhezyon farklı türden iki molekül arasındaki çekim kuvvetidir. Bu kuvvetin etkisiyle su molekülleri ksilemin çeperlerine tutunur.

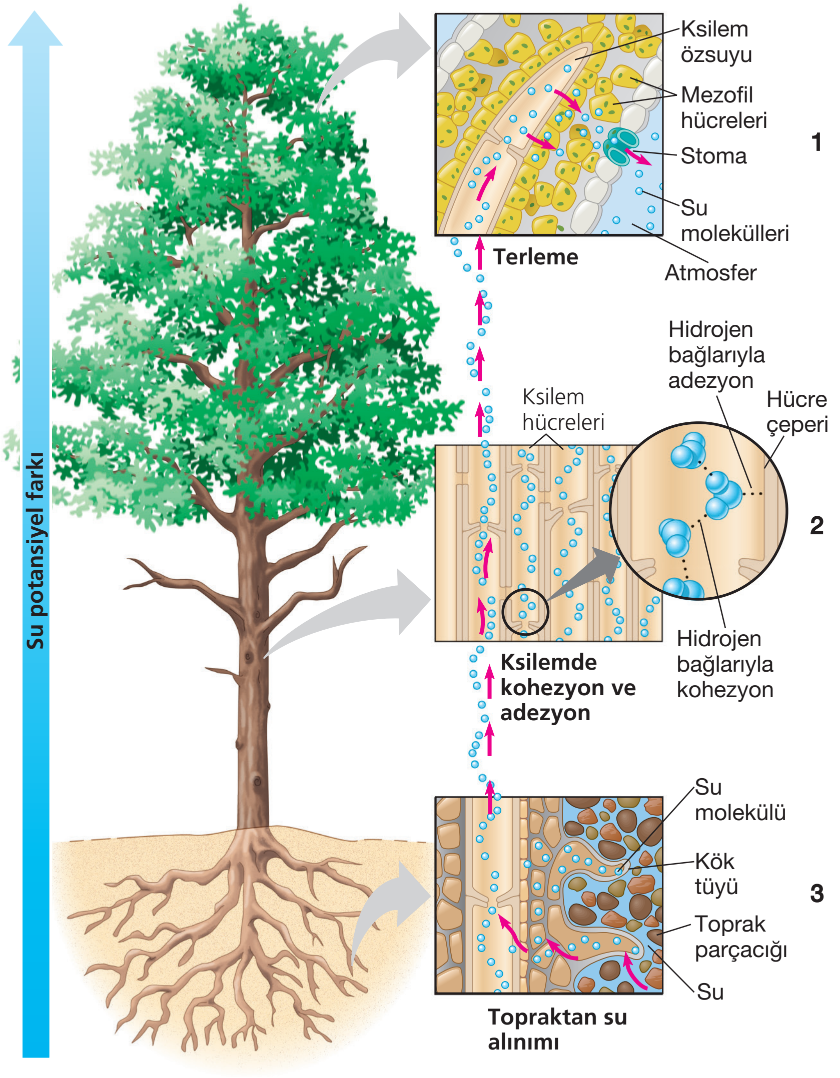
- Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi su adhezyon özelliği nedeniyle ince borularda daha yükseğe çıkar. Cam borulara benzetilen bitkinin ksilemide gözle görülemeyecek kadar ince kılcal borulardan oluşmuştur. Ksilemin çapı daraldıkça su daha yükseğe çekilir.



Not: Diğer faktörlere göre kılcallık, suyun yükselmesinde daha az etkilidir.

3. Terleme - Çekim Teorisi ve Kohezyon:

- Su moleküllerinin hidrojen bağları ile birbirine tutunmasına **kohezyon** denir. Suyun yapraklar tarafından emilerek yukarı doğru çekilmesi kohezyon yardımıyla gerçekleşir.
- Bitkilerde suyun buhar halinde atmosfere verilmesine **terleme** denir.
- Bitkilerde terleme-çekim ve kohezyonla su moleküllerinin taşınması aşağıdaki gibi gerçekleşir:



1. Yapraklarda fotosentez ve terleme sırasında tüketilen su, yaprak hücrelerinin ozmotik basıncının artmasına ve bitkinin üst kısımlarında bir çekme (emme) kuvvetinin doğmasına neden olur.

2. Yapraklarda oluşan çekme kuvvetinin etkisiyle su, ksilemin içinde kırılmaz bir sütun halinde kökten yapraklara doğru taşınır. Suyun adhezyon ve kohezyon özellikleri bu taşınıma yardımcı olur.

3. Su kaybı sonucu ozmotik basıncı artan kök hücreleri emici tüyleri ile topraktaki suyu alır.

NOT: Sekoya gibi uzun boylu ağaçlarda kök basıncı ve kılcallık su taşınımında yardımcı kuvvetlerdir. Bu gibi bitkilerde terleme-çekim ve kohezyon suyun yükseklere taşınmasında geçerliliği en çok kabul edilen kuramdır.

Örnek Sorular

16. **Bir bitkinin yaprağında gerçekleşen;**

I. fotosentez,

II. terleme,

III. solunum

olaylarından hangileri, yaprak hücrelerinde ozmotik basıncın artmasına ve komşu hücrelerden su almalarına neden olabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

(2016 – LYS)

17. **Terleme-çekim teorisine göre suyun taşınımında,**

I. stomalar aracılığı ile terlemenin gerçekleşmesi,

II. suyun topraktan bitkinin kök hücrelerine geçmesi,

III. yaprak hücrelerinin ozmotik basıncının artması,

IV. suyun ksilem demetleri içinde yükselmesi

olayları hangi sıra ile gerçekleşir?

A) I - III - IV - II B) III - I - II - IV

C) I - IV - III - II D) III - I - IV - II

E) III - II - I - IV

18. **Çok yıllık bitkilerde suyun odun borularında (ksilemde) yükselmesiyle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Yapraklarda fotosentez sırasında tüketilen su nedeniyle yaprak hücrelerindeki ozmotik basıncın artması, su moleküllerinin yukarı çekilmesinde etkilidir.

B) Hidrojen bağlarıyla oluşan kohezyon kuvveti sayesinde su sütunu oluşur.

C) Kök hücrelerine, aktif taşımayla su alınır.

D) Odun borularının kılcal yapıda olması suyun yükselmesine katkı yapar.

E) Yapraklardan terlemeyle yitirilen su, bitkinin üst kısımlarında bir çekme kuvveti yaratır.

(2012 – LYS)

13	A	14	D	15	C

Örnek Sorular

19. **Bitkilerde su taşınımını sağlayan,**

I. kök basıncı,
II. terleme-çekim ve kohezyon,
III. kılcallık

faktörlerinin etkinlik dereceleri arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

A) I > II > III B) I > III > II C) II > III > I
D) II > I > III E) III > II > I

20. **Aşağıdakilerden hangisi odunsu bitkilerde suyun köklerden yaprağa taşınmasında etkili faktörlerden biri değildir?**

A) Odun boruların kılcal yapıya sahip olması
B) Yapraklardan terlemeyle su yitirilmesi
C) Su moleküllerinin yarattığı kohezyon kuvveti
D) Kökteki emici tüylerde ozmotik basıncın yüksek olması
E) Soymuk borularında taşınan besin maddelerinin ozmotik basıncı artırması

(2010 – LYS)

21. **Bitkilerde terleme,**

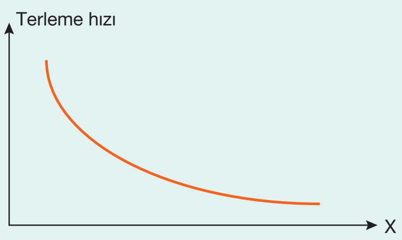
I. Madensel tuzların taşınmasına yardımcı olma
II. Bitkinin aşırı ısınmasını önleme
III. Fotosentez ürününün köklere taşınmasını sağlama

işlevlerinden hangilerini gerçekleştirir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

(1994 –ÖSS)

22.

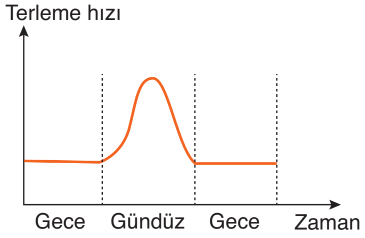


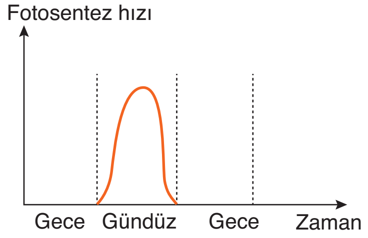
Terleme hızına etki eden çevresel faktörler ile ilgili yukarıdaki grafikte X yerine aşağıdakilerden hangisi yazılabilir?

A) Sıcaklık
B) Havanın nem miktarı
C) Kütikula kalınlığı
D) Rüzgarın hızı
E) Stoma sayısı

16	D	17	A	18	C

➢ Bitkilerde terleme sürekli gerçekleşirken, fotosentez sadece gündüzleri gerçekleşir. Aşağıda terleme ve fotosentez hızının zamana bağlı değişim grafikleri verilmiştir:





Not Kurak ortamda yaşayan bitkiler gündüzleri stomalarını kapatarak terlemeyi azaltırlar. Bu nedenle bu bitkilerin gece yaptıkları terleme miktarı gündüzden fazladır.

➢ Bitkilerdeki terleme olayı,

1. bitkinin aşırı ısınmasını önleme,
2. topraktan mineralce zengin su alınıp yaprağa taşınması

işlevlerini gerçekleştirir.

Terleme Hızına Etki Eden Faktörler:

➢ Terleme hızına etki eden faktörler genetik ve çevresel olmak üzere ikiye ayrılır.

➢ **a. Genetik Faktörler:**

- Yaprağın anatomik yapısı: Yapraktaki stoma sayısı, stomanın konumu, kütikula kalınlığı ve tüy miktarı gibi faktörler terleme hızını etkiler.
- Yaprağın yüzey alanı: Sulak bölge bitkilerinin yaprakları geniş bir yüzey alanına sahiptir. Kurak bölge bitkileri terlemeyi azaltmak için iğne yapraklara sahiptir.
- Kök/gövde oranı: Kurak bölge bitkilerinde kök sistemi, sulak bölge bitkilerinde sürgün sistemi daha gelişmiştir.

➢ **b. Çevresel Faktörler:**

- Havanın nem miktarı artarsa, bitkinin terleme hızı azalır.
- Ortamın sıcaklığı arttıkça, bitkinin terleme hızı da artar. Bazı bitkiler aşırı sıcak havalarda stomaların kapatarak terleme hızını azaltabilir.
- Topraktaki su miktarı arttıkça terleme hızı da artar.
- Rüzgar ortamdaki nemi uzaklaştırdığı için terleme hızını artırır.

Not Aşağıda kurak bölge bitkilerinde terleme hızını azaltan adaptasyonlar verilmiştir:

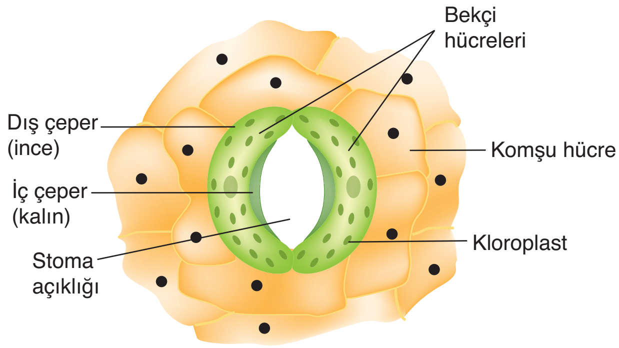
- Yaprağın yüzey alanı dardır.
- Stoma sayısı azdır.
- Stomalar daha çok yaprağın alt epidermisinde yoğunlaşmıştır.
- Yaprakta kalın bir kütikula tabakası bulunur.
- Yaprakta bol miktarda örtü tüyü bulunur.

STOMA

➢ Stomalar bir çift **bekçi hücre** (kilit hücre) ve bunların arasındaki bir boşluktan oluşur. Bekçi hücreler kloroplast içerdiğinden fotosentez yapabilir.

➢ Bekçi hücrelerin iç çeperleri kalın, dış çeperleri ise incedir. Çeperlerdeki kalınlık farkı stomaların açılıp kapanmasında önemli rol oynar.

➢ Stomalar açılıp kapanma özellikleri ile bitkilerde gaz alış verişi ve terleme olaylarını denetler.



Stomanın yapısı ve kısımları

Stomaların Açılıp Kapanması:

➢ Stomaların açılıp kapanmasını açıklayan bazı mekanizmalar aşağıda verilmiştir.

➢ Birinci mekanizmaya göre bekçi hücrelerinde bulunan potasyum (K^+) miktarı stomaların açılıp kapanmasını denetler.

➢ İkinci mekanizmaya göre bekçi hücrelerde gerçekleşen fotosentez ve solunum olaylarına bağlı olarak meydana gelen pH değişimleri stomaların açılıp kapanmasını sağlar.

Stomaların Açılması:

➢ **Birinci mekanizmaya göre stomaların açılması:**

1. Gündüzleri komşu epidermis hücrelerinden bekçi hücrelere potasyum iyonu (K^+) pompalanır.
2. Potasyum iyonlarının birikimine bağlı olarak, bekçi hücrelerde çözelti derişimi (ozmotik basınç) artar.
3. Derişimdeki bu artış suyun ozmozla komşu epidermis hücrelerden bekçi hücrelere geçmesini sağlar.
4. Artan su miktarının etkisiyle oluşan turgor basıncı bekçi hücrelerin şişmesini sağlar ve stomalar açılır.

➢ **İkinci mekanizmaya göre stomaların açılması:**

1. Gündüzleri fotosenteze bağlı olarak CO_2 miktarı azalır ve pH 7'ye yükselir.
2. pH 7'de aktifleşen bir enzim nişastanın sindirimini sağlar.
3. Nişastanın sindirimi sonucunda bekçi hücrelerinin ozmotik basıncı artar.
4. Komşu hücrelerden su alan bekçi hücrelerinin turgor basıncı artar ve stoma açılır.

NOT: Bekçi hücrelerde turgor basıncının artması, K^+ miktarının artması, CO_2 miktarının azalması, pH değerinin yükselmesi ve nişastanın sindirimi gibi olaylar stomaların açılmasına neden olur.

Örnek Sorular

23. Stomalar ile ilgili,

I. Bekçi hücrelerinin iç çeperleri dış çeperlerine göre daha kalındır.

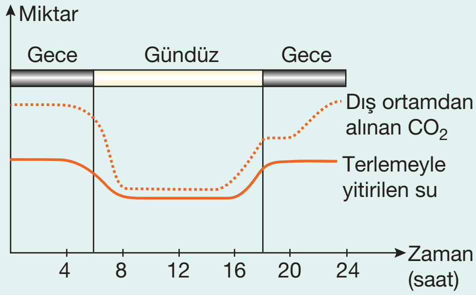
II. Bitkilerdeki terleme ve gaz alış verişi olaylarını denetler.

III. Epidermis hücrelerinin farklılaşması sonucu oluşurlar.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

24. Aşağıdaki grafik, yeşil bir bitkide 24 saat boyunca dış ortamdan alınan CO_2 ve terlemeyle yitirilen su miktarlarını göstermektedir.



Buna göre, bu bitkiyle ilgili olarak

I. Suyun korunmasına yönelik özelliklere sahiptir.

II. Gece, açık olan gözenek (stoma) sayısı daha fazladır.

III. Organik madde sentezi öğle saatlerinde en yüksektir.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I ve III

(2012 – YGS)

25. Stomaların açılması olayında, aşağıdakilerden hangisi en son gerçekleşir?

A) Stoma hücrelerinde glikoz üretiminin başlaması

B) Komşu hücrelerden suyun stoma hücrelerine geçmesi

C) Komşu hücrelerden bekçi hücrelere potasyum geçişinin başlaması

D) CO_2 nin stoma hücrelerinde kullanılması

E) Bekçi hücrelerinde turgor basıncının artması

(2015 – LYS)

19	D	20	E	21	D	22	B

Örnek Sorular

26. **Bekçi hücrelerde gerçekleşen aşağıdaki olaylardan hangisi stomanın açılmasını __sağlamaz__?**

A) Potasyumun komşu hücrelere geçmesi

B) Karbon dioksit miktarının azalması

C) Nişastanın hidrolizi sonucu glikoz oluşması

D) Turgor basıncının artması

E) pH değerinin yükselmesi

27. **Stomaların gece kapanmasını, kilit hücrelerinde,**

I. glikozun nişastaya çevrilmesi,

II. ozmotik basıncın düşmesi,

III. hücre içinde karbondioksit birikmesi,

IV. suyun komşu epidermis hücrelerine geçmesi

olaylarının hangi sırayla gerçekleşmesi sağlar?

A) I - II - IV - III B) II - III - I - IV

C) III - I - II - IV D) IV - I - II - III

E) IV - II - III - I

(2006 – ÖSS FEN-2)

28. **Stomaların açılmasında,**

I. ışığın etkisiyle komşu hücrelerdeki potasyumun aktif taşıma ile bekçi hücrelere geçmesi,

II. artan ozmotik basınç nedeniyle bekçi hücrelerdeki su miktarının artması,

III. bekçi hücrelerin kalın çeperleri arasındaki mesafenin maksimum düzeye çıkması

olayları hangi sıra ile gerçekleşir?

A) I - II - III B) I - III - II C) II - I - III

D) II - III - I E) III - I - II

23	E	24	D	25	E

Stomaların Kapanması:

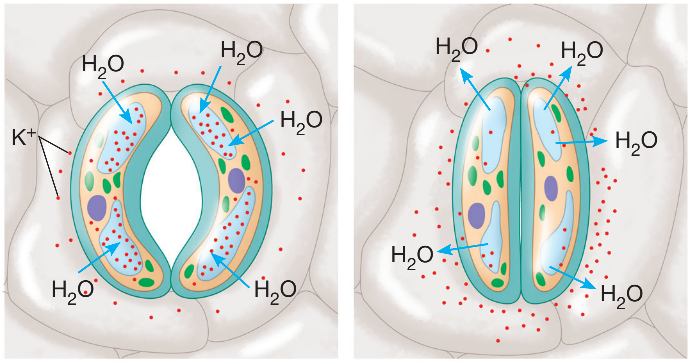
➢ **Birinci mekanizmaya göre stomaların kapanması:**

1. Geceleri potasyum iyonları bekçi hücrelerden epidermis hücrelerine pompalanır.
2. Potasyum iyonlarının atılımına bağlı olarak, bekçi hücrelerde çözelti derişimi azalır.
3. Bekçi hücrelerdeki su ozmozla epidermis hücrelerine geçer.
4. Azalan su miktarının etkisiyle turgor basıncı azalır ve stomalar kapanır.

➢ **İkinci mekanizmaya göre stomaların kapanması**

1. Geceleri oksijenli solunuma bağlı olarak CO_2 miktarı artar ve pH 4 civarına düşer.
2. Asidik ortamda aktifleşen bir enzim glikozu nişastaya dönüştürür.
3. Bekçi hücrelerinin ozmotik basıncı azalır ve su komşu hücrelere geçer.
4. Su kaybeden bekçi hücrelerinin turgor basıncı azalır ve stoma kapanır.

NOT: Bekçi hücrelerde turgor basıncının azalması, CO_2 miktarının artması, K^+ miktarının azalması, pH değerinin düşmesi ve nişasta sentezinin hızlanması gibi olaylar stomaların kapanmasına neden olur.



Stomanın açılması ve kapanmasında potasyumun rolü

ORGANİK MADDELERİN TAŞINMASI

➢ Fotosentez ile üretilen organik ürünler, bitkinin bütün organlarına floemle taşınır.

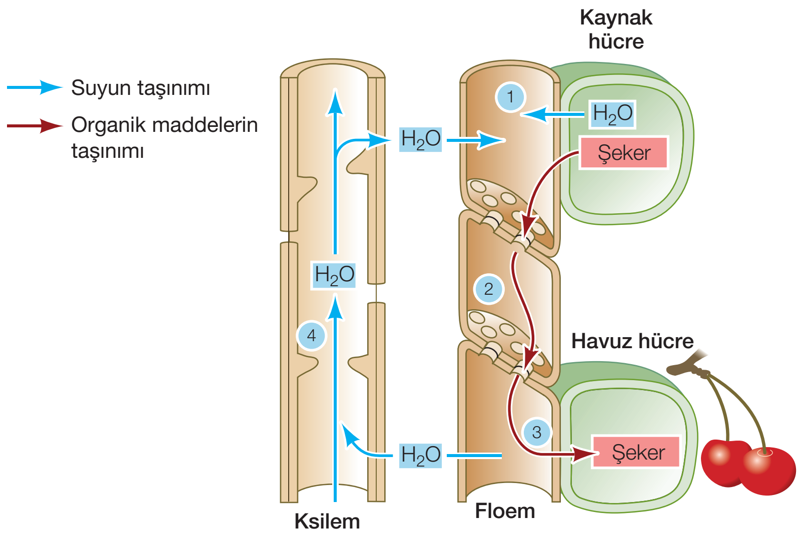
➢ Floem demetlerinde taşıma işlemi kalburlu borular ile çift yönlü gerçekleşir. Floemdeki taşıma ksileme göre daha yavaştır ve çift yönlü gerçekleşir.

➢ Fotosentez sonucu oluşan glikoz ve amino asit gibi organik moleküller yukarıdan aşağıya; köklerde oluşan aminoasit gibi organik maddeler ise aşağıdan yukarıya taşınır.

- Floemde taşınma yönü organik maddelerin üretildiği yerden kullanılacağı yere doğrudur. Organik maddelerin üretildiği yaprak gibi hücreler **kaynak**, organik maddelerin kullanıldığı ya da depolandığı kök ve meyve gibi hücreler ise **havuz** olarak adlandırılır.
- Organik maddelerin taşınım yönü kaynaktan havuza doğrudur.

Not: Mevsime bağlı olarak bir kaynak hücresi havuz hücre; havuz hücresi ise kaynak hücre olabilir. Örneğin kış aylarında yaprak döken bitkilerin kök hücreleri, kaynak hücre olarak görev yapar.

- Organik moleküllerin taşınımı, floem hücrelerindeki basınç farklılığına dayanır ve bu olay **basınç-akış teorisi** ile açıklanır.
- Floemdeki organik besin taşınımı aşağıda özet olarak verilmiştir.



Basınç akış modeli

1. Kaynak hücrelerde üretilen glikoz ve sükroz gibi organik besinler floem hücrelerine geçer. (Bu olay şeker yüklemesi olarak adlandırılıp, ATP harcanımı ile gerçekleşir.) Organik madde derişimi artan floem hücrelerinin su derişimi azalır ve ksilemden floeme su geçişi olur. Böylece floem hücrelerinde bir hidrostatik (sıvı) basınç oluşur.
2. Bu basıncın etkisiyle floem özsuyu kaynak hücrelerden havuz hücrelerine doğru akar.
3. Floem özsuyunda bulunan glikoz ve sükroz gibi organik besinler havuz hücrelere boşaltılır. Böylece floemde organik madde derişimi azalır, su derişimi artar.
4. Floemde bulunan su ozmozla tekrar ksileme döner ve yukarı doğru taşınır.

Örnek Sorular

29. Bitkilerdeki organik madde taşınımı ile ilgili,

I. Kaynak hücrelerden havuz hücrelere doğru gerçekleşir.

II. İletim yönü sadece yukarıdan aşağıya doğrudur.

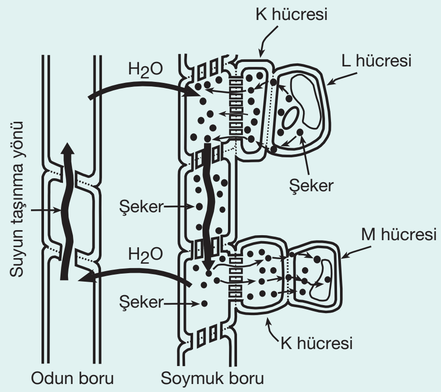
III. Taşıma işlemi sırasında ATP harcanmaz.

ifadelerinden hangileri doğru değildir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

30.



Yukarıdaki şekil, çiçekli bitkilerde iletim borularıyla şeker ve su taşınmasını göstermektedir.

Buna göre, K, L ve M ile gösterilen kaynak, havuz ve arkadaş hücreleri aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	K hücresi	L hücresi	M hücresi
A)	Arkadaş h.	Kaynak h.	Havuz h.
B)	Arkadaş h.	Havuz h.	Kaynak h.
C)	Kaynak h.	Arkadaş h.	Havuz h.
D)	Kaynak h.	Havuz h.	Arkadaş h.
E)	Havuz h.	Kaynak h.	Arkadaş h.

(2011 – LYS)

26	A	27	C	28	A
29	E	30	A		

DERS NOTLARI

1. TEST

1. **Bitkilerde bulunan ksilem özsuyunda,**

I. mineral,
II. glikoz,
III. su

moleküllerinden hangileri taşınır?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

2. **Stomanın bekçi hücrelerinde gerçekleşen,**

I. turgor basıncının azalması
II. potasyum derişiminin artması
III. nişastanın hidrolizi sonucu glikoz moleküllerinin oluşması
IV. karbon dioksit derişiminin artması

olaylarından hangileri stomaların açılmasına neden olur?

A) I ve IV B) II ve III C) III ve IV D) I, II ve III E) II, III ve IV

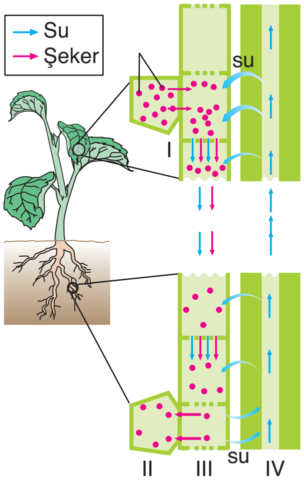
3. **Bitkilerdeki terleme olayı ile ilgili,**

I. Stomalar aracılığı ile gerçekleşir.
II. Fazla ısıyı uzaklaştırarak bitkinin aşırı ısınmasını önler.
III. Su ve mineral kaybına neden olur.
IV. Yaprağın ozmotik basıncını düşürür.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III D) II ve IV E) III ve IV

4. Aşağıda bitkilerdeki organik madde taşınımı şematize edilmiştir.



Numaralandırılmış hücreler ile ilgili aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

	Ksilem	Havuz hücre	Floem	Kaynak hücre
A)	IV	I	III	II
B)	III	II	IV	I
C)	IV	I	II	III
D)	IV	II	III	I
E)	III	I	IV	II

5. **Su taşınımında aşağıdaki özelliklerden hangisi etkili değildir?**

A) Kök basıncı
B) Topraktaki su miktarı
C) Kalburlu boruların çap genişliği
D) Terleme-kohezyon kuvveti
E) Kılcallık

6. **Gelişmiş yapılı bitkilerde,**

I. terleme,
II. büyüme,
III. fotosentez,
IV. solunum

olaylarından hangileri hem gece hem de gündüz gerçekleşir?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve IV D) I, II ve IV E) II, III ve IV

Palme Yayınevi

7. **Aşağıdakilerden hangisi köklerden yaprağa doğru gerçekleşen su taşınımını diğerlerinden farklı yönde etkiler?**

A) Yaprağın ozmotik basıncının artması

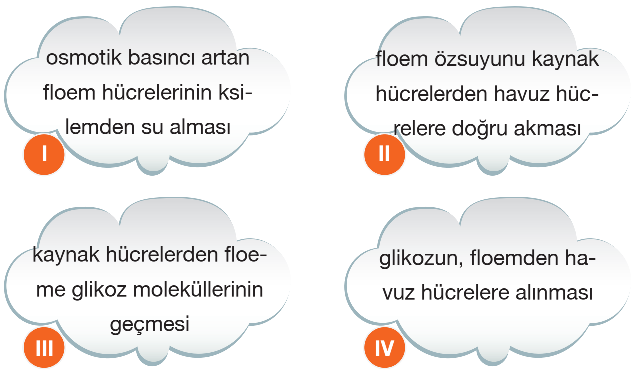
B) Bitkinin yaşadığı toprağa su dökülmesi

C) Havadaki nem miktarının artması

D) Stomalarda gerçekleşen terlemenin hızlanması

E) Kök basıncının suyu yapraklara doğru itmesi

8. **Organik besinlerin basınç akış teorisine göre taşınımında,**



olayları hangi sıra ile gerçekleşir?

A) II - III - I - IV
B) III - I - II - IV
C) I - III - IV - II
D) III - I - IV - II
E) I - III - II - IV

9. **Gelişmiş yapılı bitkilerdeki su alınımı ve taşınımı ile ilgili,**

I. Yapraklarda gerçekleşen terleme olayı suyun ksilem içinde yukarı doğru yükselmesine neden olur.

II. Suyun topraktan kök hücrelerine geçişi kök ozmotik basıncı sayesinde gerçekleşir.

III. Ksilem borusundaki su ve mineraller, hidrostatik basıncın düşük olduğu kısımdan yüksek olduğu kısıma doğru hareket eder.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve II
D) II ve III
E) I, II ve III

10. **Stomaların kapanması sürecinde,**

I. potasyum iyonlarının bekçi hücrelerden komşu hücrelere pompalanması,

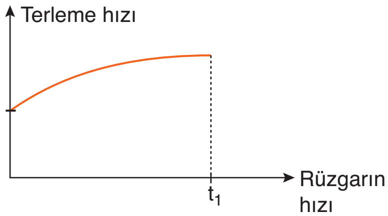
II. bekçi hücrelerdeki suyun komşu hücrelere geçmesi,

III. su geçişine bağlı olarak turgor basıncının azalması

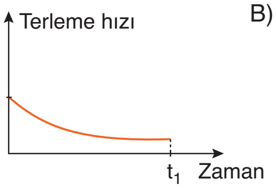
olayları hangi sıra ile gerçekleşir?

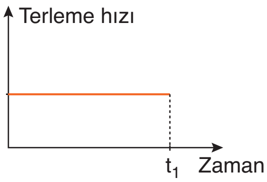
A) I - II - III
B) I - III - II
C) II - I - III
D) II - III - I
E) III - II - I

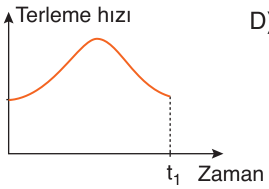
11. Bir saksı bitkisinin rüzgarın değişim hızına bağlı olarak terleme hızında meydana gelen değişim aşağıdaki grafikte verilmiştir.

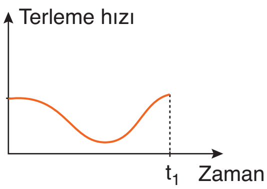


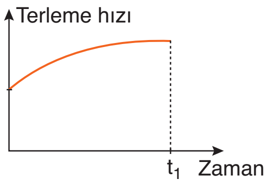
Bu saksı bitkisi diğer tüm koşulların özdeş olduğu rüzgarsız bir ortama konsaydı, terleme hızı aşağıdakilerden hangisi gibi olurdu?

A)


B)


C)


D)


E)


12. **Bitkilerdeki organik besin taşınımı sırasında aşağıdaki olaylardan hangisi <u>gerçekleşmez</u>?**

A) Floem özsuyunun havuz hücrelere doğru akması

B) Organik besinlerin kaynak hücrelerden floeme geçmesi

C) Su moleküllerinin ksilem ve floem arasında yer değiştirmesi

D) Floem özsuyundaki organik besinlerin havuz hücrelere boşaltılması

E) Organik besinlerin floem hücrelerinde depolanması

Palme Yayınevi

1. C	2. B	3. A	4. D	5. C	6. D	7. C	8. B	9. C	10. A	11. B	12. E

Bitkilerde Eşeyli Üreme

25. Ünite

Örnek Sorular

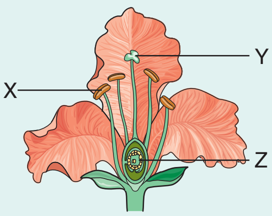
1. **Tam çiçeğe ait olan,**

I. erkek organ,
II. taç yaprak,
III. dişi organ,
IV. çanak yaprak

yapılarının <u>içten dışa</u> doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

A) II - IV - I - III B) II - IV - III - I
C) III - IV - I - II D) III - I - II - IV
E) III - II - IV - I

2. Aşağıda çift eşeyli bir çiçeğe ait bazı kısımlar verilmiştir.



Bu yapılarla ilgili,

I. Polen oluşumu X bölgesinde gerçekleşir.
II. Tohum taslağı Z bölgesinde bulunur.
III. Polenler dişi organa ait Y bölgesine tutunur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

3. **Tam bir çiçeğe ait olan aşağıdaki yapıların hangisinde mayoz bölünme gerçekleşebilir?**

A) Ovaryum B) Sapçık
C) Taç yaprak D) Tepecik
E) Çanak yaprak

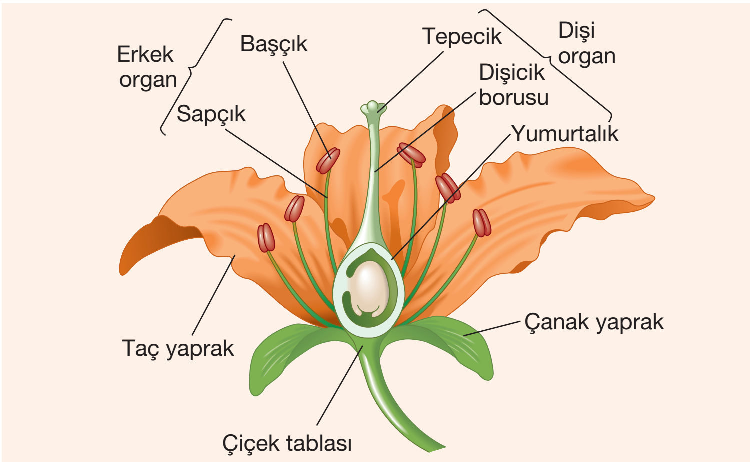
Palme Yayınevi

I. BİTKİLERDE EŞEYLİ ÜREME

- Tohumlu bitkilerin üreme organı çiçektir. Tozlaşma, döllenme, tohum ve meyve oluşumu çiçekte meydana gelir.

A. ÇİÇEĞİN YAPISI VE KISIMLARI:

- Bir çiçekte dıştan içe doğru; çanak yaprak, taç yaprak, erkek organ ve dişi organ yapıları bulunur.
- **Çanak yaprak:** Çiçeğin en dışında bulunur. Genellikle yeşil renkli olup çiçeğin iç kısmındaki organları korur.
- **Taç yaprak:** Çiçekteki parlak ve cezbedici renkli yapraklardır. Böcek ve diğer tozlaştırıcıların ilgisini çekerek tozlaşmaya yardım ederler.
- **Erkek organ:** Sapçık (filament) ve başçık (anter) olarak adlandırılan iki kısımdan oluşur. Başçıkların her biri sapçıkla çiçek tablasına bağlanmıştır. Başçık, polenlerin oluştuğu kısımdır.
- **Dişi organ:** Çiçeğin orta kısmında bulunur. Tepecik (stigma), dişicik borusu (stilus) ve yumurtalık (ovaryum) olmak üzere üç kısımdan oluşur.
  - **Yumurtalık,** dişi organın alt kısmında bulunan genişlemiş yapıdır. İçinde tohuma dönüşecek olan **tohum taslakları** bulunur.
  - **Dişicik borusu,** yumurtalığın tepeciğe kadar uzanan boyun kısmıdır. Polen tüpü burada gelişir.
  - **Tepecik,** dişicik borusunun üstünde bulunur. Polenlerin tutunarak çimlendiği nemli ve yapışkan kısımdır.



Tam çiçeğin yapısı

- Bir çiçek çanak yaprak, taç yaprak, erkek organ ve dişi organ yapılarının tamamına sahipse **tam çiçek (erselik)** olarak adlandırılır. Kiraz, elma, şeftali ve bezelye gibi bitkiler tam çiçeğe sahiptir.
- Bir çiçek, bu dört temel kısımdan bir ya da daha fazlasını içermiyorsa **eksik çiçek** olarak adlandırılır. Söğüt, kavak, ceviz ve fındık gibi bitkiler eksik çiçeğe sahiptir.
- Bir eksik çiçek, sadece erkek organ bulunduruyorsa **erkek çiçek,** dişi organ bulunduruyorsa **dişi çiçek** adını alır.

➢ **Tek evcikli** bitkilerde dişi ve erkek organ aynı bitkinin farklı çiçeklerinde bulunur. Meşe, ceviz ve mısır tek evcikli bitkilerdir.

➢ **İki evcikli** bitkilerde dişi ve erkek çiçekler aynı türe ait farklı bitkilerde bulunur. Hurma, söğüt ve kavak iki evcikli bitkilerdir.

Not: Tek evcikli ve iki evcikli bitkilerde döllenmenin olabilmesi için polenlerin erkek çiçekten dişi çiçeğe taşınması gerekir.

Mısır tek evcikli bir bitki türüdür. Dişi ve erkek organlar aynı bitkiye ait iki farklı çiçekte bulunur.

Silene vulgaris iki evciklik bir bitki türüdür. Dişi ve erkek çiçekler aynı türe ait iki farklı bitkide bulunur.

B. ÇİÇEKLİ BİTKİLERDE EŞEYLİ ÜREMENİN BASAMAKLARI:

➢ Çiçekli bitkilerde eşeyli üreme dört temel basamakta gerçekleşir:

1. Üreme hücrelerinin oluşumu

2. Tozlaşma

3. Döllenme

4. Tohum oluşumu

1. Üreme Hücrelerinin Oluşumu

➢ Polen erkek organın başçık, yumurta ise dişi organın yumurtalık kısmında oluşur.

Not: Hayvanlarda gametler genelde mayoz bölünme ile oluşur. Bitkilerde ise mayozla meydana gelen haploit hücreler, gerçek gamet değildir. Bu haploit hücreler mitoz bölünme ile gerçek üreme hücrelerinin oluşmasını sağlarlar. Bu sürece **haploit (monoploit) gelişme evresi** adı verilir.

a. Polen Oluşumu:

➢ Polenler başçık kısmında bulunan polen keselerinde oluşur.

➢ Polen keselerinde çok sayıda diploit (2n) kromozomlu **polen ana hücresi** (mikrospor ana hücresi) vardır.

Örnek Sorular

4. Taç yapraklar ile ilgili,

I. Hayvanların ilgisini çekerek tozlaşmayı kolaylaştırır.

II. Haploit yapılı hücrelerden oluşur.

III. Parlak ve cezbedici renkli yapraklardır.

yargılarından hangileri yanlıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

5. İki evcikli bir bitki türü ile ilgili,

I. Dişi ve erkek organ aynı bitkinin farklı çiçeklerinde bulunur.

II. Bir çiçekte sadece dişi ya da erkek gamet oluşabilir.

III. Eksik çiçek yapısındadır.

yargılarından hangileri doğru değildir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

6. Çiçekli bitkilerin üremeleri incelendiğinde;

I. bazı türlere ait bireylerin "tam çiçeğe" sahip olduğu,

II. bazı türlere ait bireylerin erkek ve dişi çiçeklere sahip olduğu,

III. bazı türlere ait bireylerin iki evcikli olduğu

görüldüğüne göre, bu özelliklere sahip olan bitki türlerinin hangilerinde sadece çapraz tozlaşma görülür?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

1	D	2	E	3	A

Örnek Sorular

7. Çiçekli bir bitkinin üreme sürecinde,

I. polenlerin dişi organa taşınması,

II. döllenme sonucu tohum oluşumu,

III. mayoz ve mitoz bölünmeler sonucu gametlerin oluşması

olayları hangi sıra ile gerçekleşir?

A) I - II - III B) I - III - II C) II - I - III D) III - I - II E) III - II - I

8. Polenin içinde bulunan tüp ve üretken çekirdekler için,

I. mitoz bölünme sonucu oluşma,

II. monoploit yapıda olma,

III. tozlaşmadan sonra etkinlik gösterme,

IV. erkek organın başçık kısmında oluşma

özelliklerinden hangileri ortaktır?

A) I ve III B) II ve IV C) I, II ve III D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

9.
- Mikrospor
- Antipot
- Meristem
- Parankima
- Megaspor

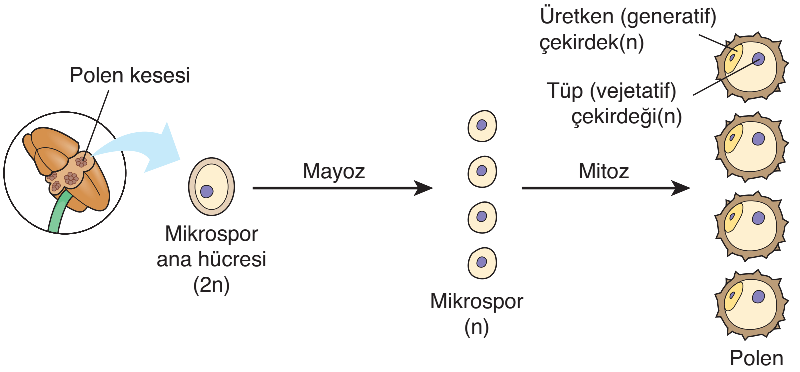
Bir bitkiye ait olan yukarıdaki hücrelerden kaç tanesi diploit yapıdadır?

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

4	B	5	A	6	C

➢ Her bir polen ana hücresi mayoz bölünme ile **mikrospor** adı verilen haploit (n) kromozomlu dört hücre oluşturur.

➢ Her mikrospor çekirdeğinin mitoz geçirmesiyle ikişer çekirdekli **polenler** oluşur.



Erkek organının başçık kısmında polen oluşumu

➢ Bir polende haploit (n) kromozomlu ve aynı genetik yapıda iki çekirdek bulunur. Bunlardan;

- **Tüp (vejetatif) çekirdeği,** tozlaşmadan sonra dişicik borusunun içinde polen tüpünü oluşturur.
- **Üretken (generatif) çekirdek,** tozlaşmadan sonra polen tüpünde mitoz geçirerek sperm çekirdeklerini oluşturur.

➢ Polenler bitkilerin türlerine göre renk, şekil ve yapı bakımından bazı farklılıklar gösterir. Örneğin böceklerle tozlaşan bitkilerin polenleri desenli ve çıkıntılıdır.

b. Dişi Üreme Hücresinin Oluşumu:

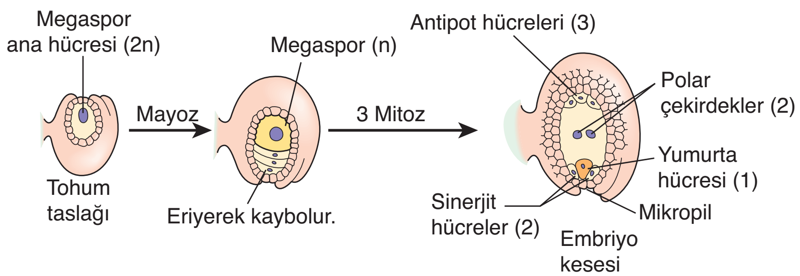
➢ Yumurtalığın içinde ileride tohuma dönüşecek **tohum taslakları** bulunur. Tohum taslağının üzerindeki örtüyü oluşturan tabakalar arasındaki açıklığa **mikropil** denir.

➢ Yumurtalığın tohum taslağında bulunan diploit (2n) kromozomlu **megaspor ana hücresi** mayoz bölünme ile haploit (n) kromozomlu dört tane **megaspor** hücresini oluşturur.

➢ Genellikle bu dört megasporun üçü erirken bir tanesi canlı kalır. Canlı megaspor üç kez mitoz bölünme geçirerek n kromozomlu sekiz adet çekirdek oluşturur.

➢ Tohum taslağının döllenmeye hazır hale geldiği sekiz çekirdekten oluşan bu yapıya **embriyo kesesi** denir.

Not: Embriyo kesesindeki çekirdekler, çok az miktarda da olsa sitoplazmaya sahip olduklarından hücre olarak da adlandırılabilir.

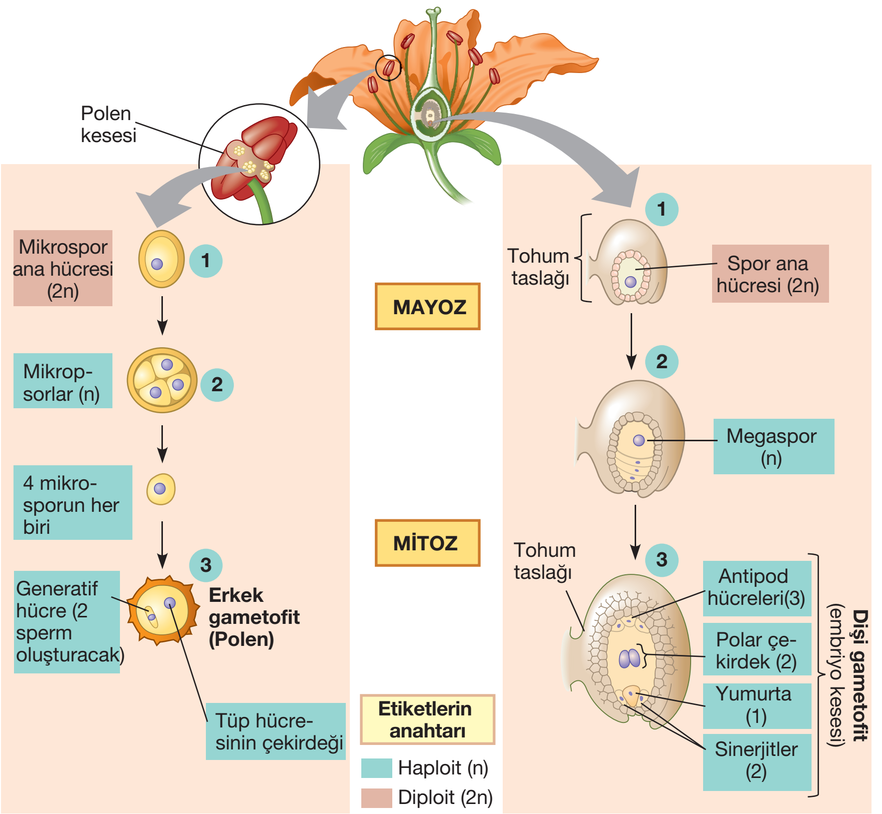


Yumurtalıkta embriyo kesesi oluşumu

➢ Embriyo kesesinin alt kısmında üç hücre bulunur. Ortadaki hücre **yumurta hücresi**, kenardaki iki hücre ise **sinerjit hücreleri** olarak adlandırılır. Embriyo kesesinin üst kısmında **antipot hücreler** olarak adlandırılan üç hücre bulunur. Embriyo kesesinin ortasında ise iki tane **polar çekirdek** bulunur.

NOT Yumurta hücresi ve polar çekirdekler spermler tarafından döllenirken, sinerjit ve antipot hücreleri döllenmez.

➢ **Aşağıda çiçekli bitkilerdeki gamet oluşumu özetlenmiştir :**



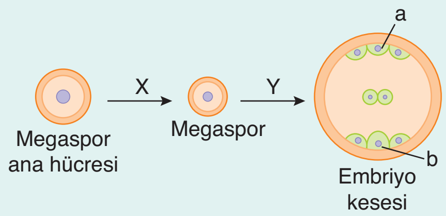
1. Polen keselerinde diploit (2n) yapılı mikrospor ana hücreleri bulunur.
2. Mikrospor ana hücrelerinin mayoz bölünmesi sonucu haploit (n) yapılı dört tane mikrospor hücresi oluşur.
3. Mikrosporun mitoz bölünmesi ile generatif ve vejetatif çekirdekten (tüp hücresi çekirdeği) oluşan polen oluşur.

1. Tohum taslağının diploit (2n) yapılı megaspor ana hücresi bulunur.
2. Bu hücrenin mayoz bölünmesi sonucu oluşan dört hücreden sadece bir tanesi megaspor (n) olarak varlığını sürdürür. Diğer üç hücre erir.
3. Megasporun üç mitoz bölünme geçirmesiyle embriyo kesesi oluşur. Bu yapıda bulunan 8 haploit çekirdeğin genetik yapıları aynıdır.

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

10. Çiçekli bitkilerde embriyo kesesinin oluşumu aşağıda gösterilmiştir.



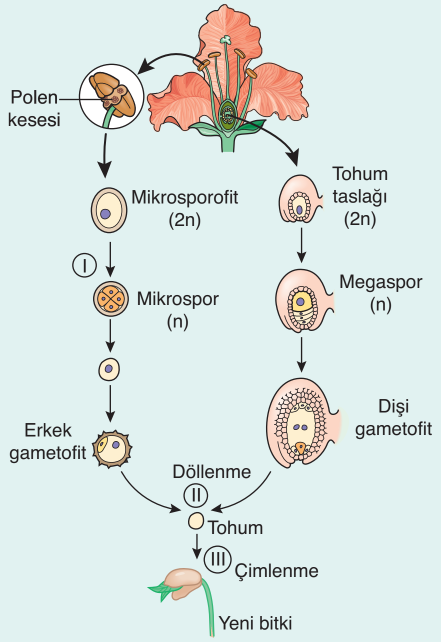
Bu süreçle ilgili,

I. X evresinde mayoz bölünme gerçekleşir.
II. a ve b hücreleri döllenmeye katılır.
III. Y evresinde genetik varyasyon oluşur.
IV. a ve b hücreleri monoploittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III
D) II ve IV E) III ve IV

11. Çiçekli bir bitkinin üremesindeki bazı evreler aşağıdaki şekilde numaralandırılmıştır.



Bu evrelerin hangisinin sonunda meydana gelen hücrelerin genotipi, bu hücreleri üreten hücreninkinden farklıdır? (Bu üreme döngüsünde mutasyon gerçekleşmediği kabul edilecektir.)

A) Yalnız III B) Yalnız I C) I ve III
D) I ve II E) Yalnız II

(2011 –YGS)

7	D	8	E	9	B

Örnek Sorular

12. **Bir bitkinin dişi organında aşağıdaki hücrelerden hangisi <u>bulunmaz</u>?**

A) Sinerjit hücreler

B) Polar çekirdekler

C) Mikrospor hücresi

D) Antipot hücreler

E) Yumurta hücresi

13. **Bir bitki türünün,**

I. çapraz tozlaşma,

II. vejetatif,

III. kendi kendine tozlaşma

yöntemleri ile çoğaltılması sonucu oluşan genetik varyasyonun <u>azdan çoğa</u> doğru sıralanması aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) I - II - III B) I - III - II C) II - I - III

D) II - III - I E) III - I - II

14. **Kendi kendine tozlaşma yapan bir bitki türü ile ilgili,**

I. İki evcikli bir bitki olabilir.

II. Aynı bitkiye ait gametlerin döllenmesi ile gerçekleşir.

III. Oluşan yavruların hastalıklı gelişmeye neden olabilecek zararlı genleri taşıma ihtimalleri yüksektir.

ifadelerinden hangileri doğru <u>değildir</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

10	B	11	D

Palme Yayınevi

2. Tozlaşma

➢ Çiçekli bitkilerde erkek organın başçık kısmında olgunlaşan polenlerin rüzgar, kuş ve böcek gibi taşıyıcılarla dişi organın tepeciğine taşınmasına **tozlaşma** denir.

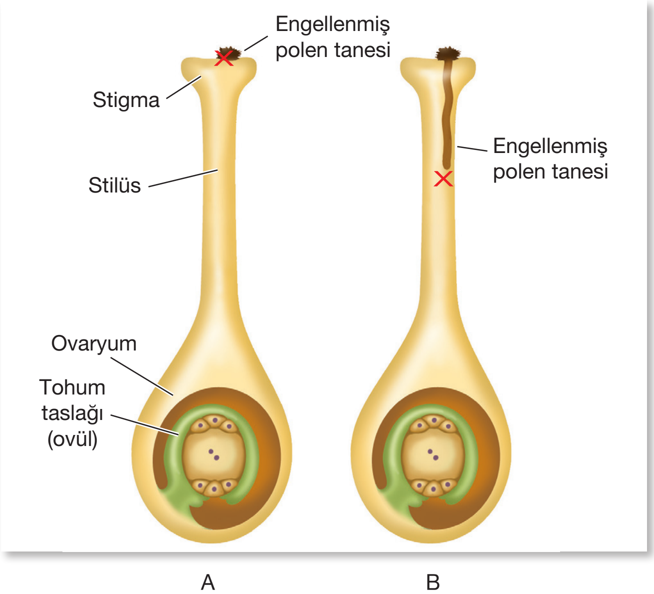
Hasekiküpesi çiçeğinin nektarı ile beslenen sinekkuşu, bu bitkinin tozlaşmasını sağlar.

➢ Bitkilerde tozlaşma çapraz ve kendi kendine tozlaşma şeklinde gerçekleşir.

a. Kendi Kendine Tozlaşma: Bir çiçekte bulunan polenin aynı çiçekteki ya da aynı bitki üzerinde bulunan başka bir çiçekteki dişi organın tepeciğine taşınmasına denir. Kendi kendine tozlaşmanın olabilmesi için dişi ve erkek gamet üretiminin aynı zamanda olması gerekir.

NOT: Kendi kendine tozlaşmada oluşan genetik varyasyon, çapraz tozlaşmaya göre daha azdır.

NOT: Kendi kendine tozlaşmayla oluşan bitkilerin hastalıklı gelişme ya da ölümle sonuçlanabilecek pek çok zararlı geni taşıma ihtimalleri yüksektir (insanlarda akraba evliliği sonucu ölü ya da sakat çocukların doğması gibi). Bu nedenle birçok bitkide kendi kendine tozlaşmayı engelleyen çeşitli mekanizmalar bulunur. Kendine uyuşmazlık ile dişi ve erkek gametlerin farklı dönemlerde oluşturulması bu duruma örnektir.

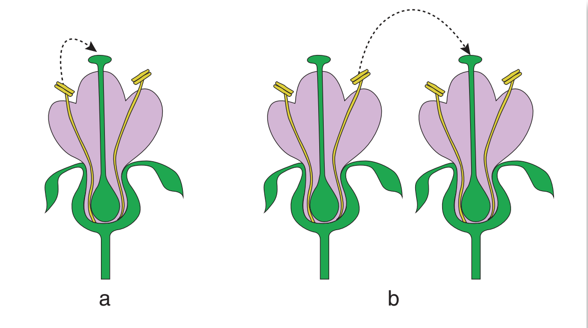


Kendine Uyumsuzluk : Kendine uyumsuz bir bitkide, bir stigma ve stilüs üzerindeki S allellerinden biri ile eşleşen S allelinin ifade olmasıyla reddedilir. Kendi poleni (A) çimlenemez ya da (B) bir tohum taslağına ulaşamadan ölebilir. Her iki durumda da, yumurta aynı bitkinin bir spermi tarafından döllenemez.

b. Çapraz tozlaşma: Bir çiçeğin aynı türden başka bir çiçekle tozlaşmasına denir.

➢ Bu olay aynı türün farklı bireyleri arasında gerçekleştiği için yeni gen kombinasyonları ile bitki çeşitliliğini artırmış olur. Böyle tozlaşan bitkiler çevresel değişikliklere daha iyi uyum sağlarlar.

NOT: Tam çiçeğe sahip bazı bitkiler polen ve yumurta oluşumunu farklı dönemlerde gerçekleştirerek, kendi kendine tozlaşmayı önler. Bu adaptasyon çapraz tozlaşmaya olanak sağladığından genetik varyasyonu artırır.



Bitkilerde tozlaşma **a)** Kendi kendine tozlaşma **b)** Çapraz tozlaşma

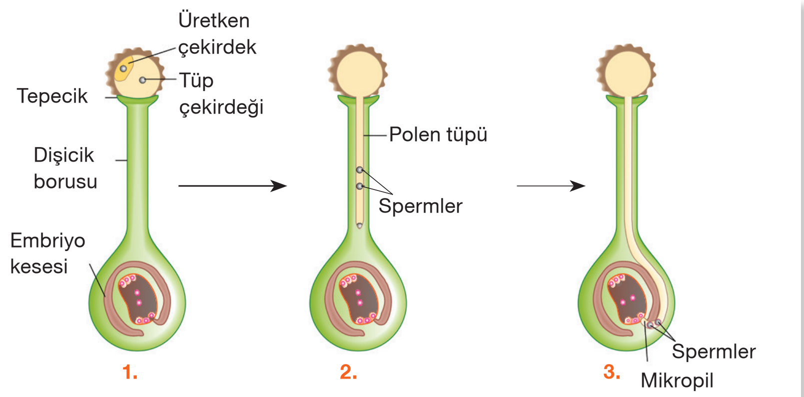
➢ Bitkilerde tozlaşma su, rüzgar ve hayvanlar aracılığı ile gerçekleşir. Bitkilerde tozlaşmayı kolaylaştıran adaptasyonlardan bazıları şunlardır:

- Taç yaprakların- renkli olması
- Nektar (bal özü) salgısı
- Polenlerin çok sayıda ve hafif olması
- Dişi organa ait tepeciğin kıvrımlı ve yapışkan olması

3. Döllenme

➢ Tozlaşma ile dişi organın tepeciğine taşınan polenler, tepeciğin salgıladığı yapışkan salgı sayesinde buraya tutunarak çimlenir.

➢ Aşağıda polenin çimlenme basamakları şematize edilmiştir.



1. Polen, tozlaşma ile dişi organın tepecik kısmına gelir.
2. Polendeki tüp çekirdeği dişicik borusu içinde polen tüpünü oluşturur. Polen tüpüne giren üretken çekirdek mitoz geçirerek n kromozomlu iki sperm çekirdeğini oluşturur.
3. Polen tüpü gelişmeye devam eder ve mikropil bölgesinden embriyo kesesine girer.

Örnek Sorular

15. Tam bir çiçeğe ait olan,

I. sinerjit,
II. megaspor,
III. mikrospor,
IV. generatif

hücrelerinden hangileri doğrudan mayoz bölünme sonucu oluşur?

A) I ve III B) I ve IV C) II ve III
D) II ve IV E) III ve IV

16. Aşağıdakilerden hangisi, böceklerle tozlaşan bitkilerde, tozlaşmayı artıran bir uyum değildir?

A) Bitkinin tatlı öz su salgılaması
B) Çiçek polenlerinin yapışkan olması
C) Çiçeklerin kokulu maddeler salgılaması
D) Çiçeklerin parlak ve çekici renklerde olması
E) Erkek ve dişi çiçeklerin ayrı bitkilerde bulunması

(2009 – ÖSS FEN-1)

17. Aşağıdakilerden hangisi dişi çiçekte oluşamaz?

A) Sinerjit hücre
B) Generatif çekirdek
C) Polen tüpü
D) Tohum
E) Sperm çekirdekleri

12	C	13	D	14	A

Örnek Sorular

18. Çiçekli bitkilerde döllenmeyle ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi <u>söylenemez</u>?

A) Polen tüpü, tohum taslağına mikropilden girer.

B) Polenin yapısındaki generatif (üretken) çekirdek, polen tüpünde mayoz bölünme geçirir.

C) Çift döllenme görülür.

D) Polen tüpü oluşmadan önce polen iki çekirdek içerir.

E) Polen tüpü, polen iç zarının porlardan dışarı doğru çıkmasıyla oluşur.

(2013 – LYS)

19. Kromozom sayısı 2n = 16 olan çiçekli bir bitkinin;

I. kök ucu meristem hücrelerindeki,

II. yumurta hücresindeki,

III. sperm hücresindeki,

IV. endospermindeki

kromozom sayıları aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

	I	II	III	IV
A)	16	8	8	16
B)	16	8	8	32
C)	16	8	8	24
D)	16	16	8	48
E)	8	8	16	16

(2016 – LYS)

20. Bitkilere ait aşağıdaki yapılardan hangisi <u>tozlaşmadan önce</u> oluşur?

A) Polen tüpü
B) Tüp çekirdeği
C) Çenek
D) Sperm çekirdekleri
E) Endosperm

21. Çiçekli bir bitkinin yaşam döngüsü sırasında döllenme sonrası, zigot ilk olarak aşağıdaki yapılardan hangisini oluşturur?

A) Tohum
B) Meyve
C) Polen
D) Embriyo
E) Yumurta

(2016 – YGS)

15	C	16	E	17	B

- Sperm çekirdekleri polen tüpünden embriyo kesesine girer. Embriyo kesesine giren sperm çekirdeklerinden biri yumurta hücresini dölleyerek **zigotu** oluşturur. Zigot mitozla gelişerek bitki **embriyosunu** meydana getirir.
- İkinci sperm çekirdeği ise embriyo kesesinin merkezinde yer alan polar çekirdeklerle birleşerek 3n kromozomlu **triploit hücreyi** oluşturur. Bu hücre mitoz bölünmeler ile besi doku olarak adlandırılan **endospermi** oluşturur.
- İki sperm çekirdeğinin embriyo kesesindeki farklı hücrelerle birleşmesi **çift döllenme** olarak adlandırılır.

1. Döllenme :	Sperm (n) + Yumurta (n)	Döllenme →	Zigot (2n)	Mitoz →	Embriyo (2n)
2. Döllenme :	Sperm (n) + Polar çekirdekler (n + n)	Döllenme →	Triploit hücre (3n)	Mitoz →	Besi doku (Endosperm) (3n)

NOT: Çift döllenme kapalı tohumlu bitkilere özgüdür. Açık tohumlu bitkilerde tek döllenme olur. Bu bitkilerin embriyoları diploit, endospermleri ise haploittir.

4. Tohum Oluşumu

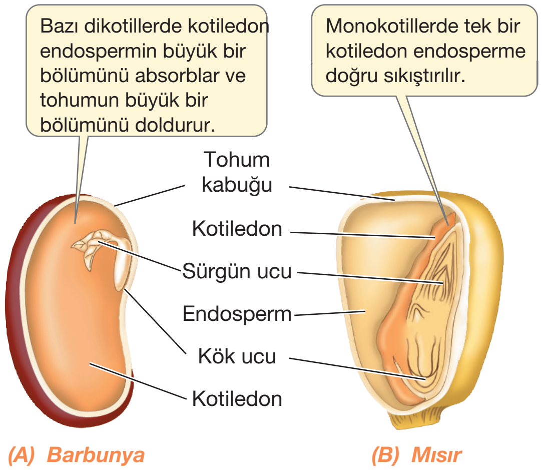
- Çift döllenmeden sonra tohum taslağı tohuma; yumurtalık çeperleri ise tohum ya da tohumları kuşatan bir meyveye dönüşür.
- Bir tohumda içten dışa doğru **embriyo, besi doku** (endosperm) ve **kabuk** olmak üzere üç temel kısım bulunur.
- **Embriyo**, zigotun mitoz geçirmesiyle oluşur. Yapısında embriyonik kök, embriyonik gövde ve çenek bulunur. Embriyonik kök, bitkinin kök sistemini; embriyonik gövde ise bitkinin sürgün sistemini oluşturur. Tohum gelişirken çenekler endospermden besin emerek şişkinleşir ve çimlenme sırasında besinleri embriyoya aktarır.

NOT: Kapalı tohumlu bitkiler çenek sayısına göre tek çenekli (monokotil) ve çift çenekli (dikotil) olmak üzere ikiye ayrılır.

- **Endosperm**, embriyoyu çevreler ve çimlenme sırasında fotosentez yapana kadar besler. Bitki türüne göre nişasta, protein ve yağ gibi besin maddelerini depolar.

NOT: Fasulye ve ayçiçeği gibi bazı tohumlarda endosperm bulunmaz. Bu bitkilerin tohumlarında çimlenme için gerekli besinler çeneklerden sağlanır.

- **Kabuk**, tohum taslağının dış çeperlerinin kalınlaşması ile oluşur ve embriyoyu korur.



Tohumlarda Çeşitlilik : *Barbunya (A) gibi bazı tohumlarda, endospermdeki besin depoları kotiledonlar tarafından absorblanır. Mısır (B) gibi diğerlerinde, endospermdeki depo besinler çimlenmeden sonra çekilirler.*

- **Tozlaşmadan önce oluşan yapılar:** Mikrospor, polen (üretken ve tüp çekirdek), megaspor, embriyo kesesi (yumurta hücresi, polar çekirdekler, antipot hücreleri, sinerjit hücreleri).
- **Tozlaşmadan sonra oluşan yapılar:** Polen tüpü, sperm çekirdekleri, zigot, embriyo, triploit hücre ve endosperm.

C. MEYVE OLUŞUMU

- Tohum taslağı tohuma dönüşürken, yumurtalık ise tohum ya da tohumları kuşatan meyveye dönüşür.
- Meyve tohumu korur ve yayılmasını sağlar.
- Meyveler basit ve bileşik olmak üzere ikiye ayrılır.
- **Basit meyve:** Bir çiçeğe ait tek bir yumurtalığın gelişmesi ile oluşan meyveye denir. Kayısı, üzüm, erik, şeftali ve kiraz basit meyve örnekleridir.
- **Bileşik meyve:** Bir ya da daha fazla çiçeğe ait yumurtalıkların bir bütün olarak gelişmesiyle oluşan meyvelere denir. Ahududu, çilek, dut, böğürtlen ve ananas bileşik meyve örnekleridir.

NOT: Çiçeğin sadece yumurtalıklarında besin birikmesi ile oluşan meyvelere **gerçek meyve** denir. Meyve oluşumuna yumurtalık dışındaki başka çiçek parçaları katılıyorsa **yalancı meyve** tipi ortaya çıkar.

D. MEYVE VE TOHUMUN ÖNEMİ

- Bitkiler toprağa bağlı olarak yaşadıkları için bitkilerin yayılmaları ancak tohum ya da meyvelerin başka yerlere taşınması ile mümkündür. Bitkilerde tohum ya da meyvenin yayılması neslin devamı için gereklidir.
- Meyveler tohumu koruduğu gibi su, rüzgâr ve hayvanlarla dağılmalarına da yardım ederler.

NOT: Tohumların ana bitkiden daha uzak mesafelere yayılması, ana bitki ile yavru bitkiler arasındaki kaynak (su, mineral, ışık) rekabetini azaltır.

Palme Yayınevi

Örnek Sorular

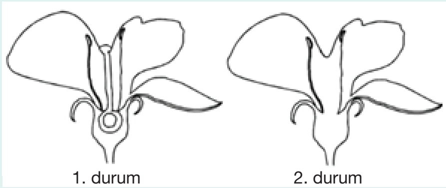
22. Çiçekli bitkilerin eşeyli üremesinde,

I. polen tüpü,
II. zigot,
III. mikrospor,
IV. sperm çekirdekleri

yapıları hangi sıra ile oluşur?

A) IV - III - II - I
B) III - I - IV - II
C) IV - II - I - III
D) II - I - III - IV
E) III - IV - I - II

23. Bir araştırmada, bir bitkinin çiçeklerinden (1. durum) dişi üreme organları çıkarılıyor (2. durum).



Yaşaması için gerekli ortam koşulları sağlanan bu bitki;

I. meyve,
II. tohum,
III. polen

yapılarından hangilerini <u>oluşturamaz</u>?

A) Yalnız I
B) Yalnız III
C) I ve II
D) II ve III
E) I, II ve III

(2013 – YGS)

24. Çiçekli bitkilerde üreme süreciyle ilgili,

I. Megaspor ana hücreleri mayoz geçirdikten sonra oluşan hücrelerin hepsi yaşamını sürdürür.
II. Çifte döllenme ile farklı kromozom sayılarına sahip yapılar meydana gelir.
III. Olgun polenin içerisinde her zaman gelişmiş durumda bir polen tüpü bulunur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve II
E) II ve III

(2017 – LYS)

18	B	19	C	20	B	21	D

Örnek Sorular

25. **Meyvenin yapısı ve çeşitleri ile ilgili,**

I. Tek bir yumurtalıktan farklılaşan meyvelere basit meyve denir.

II. Bitkiler tohumun korunması ve yayılması amacıyla meyve oluştururlar.

III. Gerçek ve yalancı meyvelerin yapısında çiçek tablası, çiçek sapı gibi yapılar ortak olarak bulunur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

26. **Bir tohumun çimlenme evresinde, aşağıdakilerden hangisi <u>görülmez</u>?**

A) Ozmozla su alımı

B) Mitoz bölünme

C) Yeni dokuların oluşması

D) Solunum

E) Fotosentez

(2014 – YGS)

27. **Çimlenmekte olan bir tohumda, fotosentez yapana kadar geçen süreçte, aşağıdakilerden hangisi <u>gerçekleşmez</u>?**

A) Mitoz bölünme

B) Besin depolama

C) Hücresel farklılaşma

D) Enerji üretimi

E) Enzim faaliyeti

(2007 – ÖSS FEN-1)

28. **Çiçekli bitkilerde aşağıdaki olaylardan hangisi döllenmeden sonra gerçekleşir?**

A) Polenin çimlenmesi

B) Besi dokusunun oluşması

C) Polenin stigmaya konması

D) Antipot hücrelerinin oluşması

E) Polen tüpünün embriyo kesesine ulaşması

(2009 – ÖSS FEN-2)

22	B	23	C	24	B

II. BİTKİLERDE ÇİMLENME

➢ Bir tohum embriyosunun uygun koşullarda, yeni bir bitkiyi oluşturmak üzere tohum kabuğunu çatlatarak dışarı çıkması ve büyümesine **çimlenme** denir.

➢ Birçok bitki tohumu çimlenmeden önce **dormansi** (uyku hali) adı verilen metabolizmanın iyice yavaşladığı bir evre geçirir. Bu periyodun uzunluğu bitki türüne göre değişebilir.

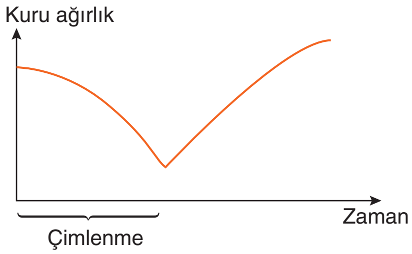
➢ Dormansi, bir tohumun uygun olmayan çevresel koşullarda çimlenmesini engeller. Tohumun, yalnızca fidenin varlığını sürdürebilmesi için yeterli miktarda ışık, sıcaklık ve nem olduğunda çimlenme olasılığı artar.

➢ Elverişsiz ortam koşullarında üretilen **absisik asit** hormonu dormansi periyodunun devam etmesini sağlar. Uygun ortam koşullarında embriyo hücreleri tarafından salgılanan **giberellin** hormonu ise çimlenmeyi başlatır.

➢ Genel olarak bir bitki tohumunun çimlenebilmesi için yeterli miktarda su, oksijen ve uygun sıcaklık olması gerekir. Bunların dışında ışığın da bazı bitki tohumlarının çimlenmesinde önemli etkisi vardır.

NOT: Çimlenme için toprak ve karbon dioksit gerekli değildir.

➢ Çimlenme periyodunda tohumdaki embriyo hücreleri fotosentez yapamaz. Endospermin yapısındaki besinlerin hidrolizi sonucunda oluşan monomerler solunumda kullanılır ve embriyo hücrelerinin bölünüp çoğalması için gerekli enerji sağlanmış olur. Bu nedenle çimlenmekte olan tohumun kuru ağırlığında bir azalma olur.



Çimlenme süresinde tohumun kuru ağırlığının değişimi

➢ **Tohumun çimlenmesi sırasında aşağıdaki olaylar gerçekleşir.**

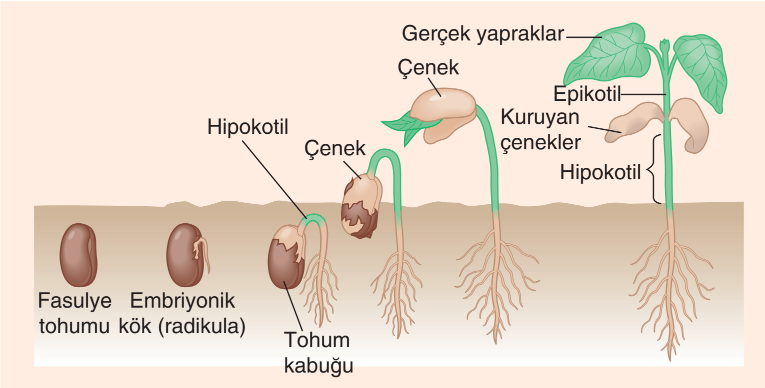
1. Su alan tohumun hacmi artar ve tohum kabuğu çatlar.
2. Tohumun içine giren su enzimleri aktifleştirir. Endosperm ve çeneklerde bulunan polimer besinlerin hidrolizi sonucu monomerler oluşur.
3. Oluşan monomerler embriyonun büyüme bölgelerine taşınır.
4. Mitoz bölünmeler ile kök ve gövdede büyüme gerçekleşir.

➢ Çimlenme mekanizması bakımından bitki tohumları iki gruba ayrılır:

a. Çenekleri toprak dışına çıkanlar:

➢ Çift çenekli bitkilerin çoğu ve soğan gibi bazı tek çenekli bitkilerin çenekleri çimlenme sırasında toprağın üzerine çıkar.

➢ Bu bitkilerde tohum içinde kalan embriyonik gövde kıvrılarak yer çekiminin aksi yönünde büyür ve çenekleri toprak üstüne iter. Gövde ve yapraklar toprak üstünde gelişir.

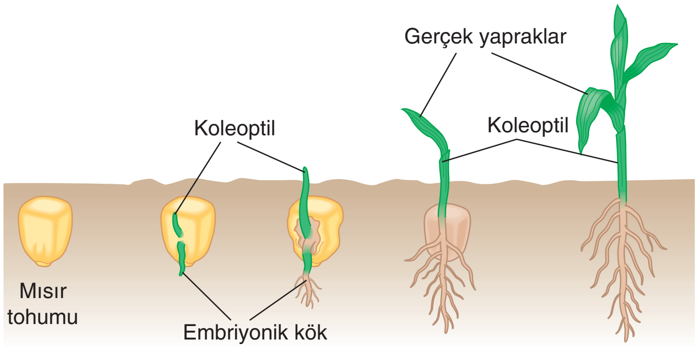


Çift çenekli bir bitki olan fasulye tohumunun çimlenerek genç bir bitkiyi oluşturması

b. Çenekleri toprak altında kalanlar:

➢ Tek çeneklilerin çoğu ve bezelye, meşe gibi bazı çift çenekli bitkilerin çenekleri çimlenme sırasında toprağın altında kalır.

➢ Bu bitkilerde embriyonik gövde kıvrılmaz, doğrudan toprak üstüne çıkarak gelişir.



Tek çenekli bir bitki olan mısır tohumunun çimlenerek genç bir bitkiyi oluşturur.

Çimlenmeye Etki Eden Faktörler

➢ Bitki tohumlarının çimlenebilmesi için genelde şu üç çevre koşulunun uygun olması gerekir: Su, sıcaklık ve oksijen.

a. Su (nem):

➢ Çimlenmenin başlayabilmesi için önce tohumun su alması gerekir. Su tohum kabuğunun çatlamasını sağlar. Tohuma giren su enzimleri aktifleştirir ve çimlenme başlar.

NOT: Suyun çok fazla olduğu ortamda tohum yeterli oksijen alamadığından çimlenme durur.

b. Sıcaklık:

➢ Sıcaklık su emilimini, enzim etkinliğini ve difüzyonu etkilemesi dolayısıyla çimlenmeyi de etkiler.

➢ Tohumların çimlenmesi için gerekli olan uygun sıcaklık bitki türüne göre değişir. Çoğu bitki için uygun sıcaklık yaklaşık 25-30° C arasındadır.

c. Oksijen:

➢ Embriyo hücreleri bölünmeleri için gerekli olan enerjiyi oksijenli solunum ile karşılarlar. Bu nedenle bitki tohumları genellikle oksijenden yoksun ortamda çimlenemez.

NOT: Bazı bitki tohumları oksijenin olmadığı ya da çok az olduğu ortamlarda çimlenebilir. Bu tohumlar oksijensiz solunum ile ATP üretirler.

Örnek Sorular

29. Bir bitkinin çimlenme periyodunda aşağıdakilerden hangisi gerçekleşmez?

A) Embriyo hücrelerinin ürettiği giberellin miktarının artması

B) Mayoz bölünme sonucu embriyodaki hücre sayısının artması

C) Ozmozla su girişi sonucu tohum kabuğunun çatlaması

D) Embriyonik kökün yerçekimi doğrultusunda büyümesi

E) Oksijenli solunum ile ATP sentezlenmesi

30. Tohumları taşıyıcı aracılar tarafından uzaklara taşınamayan bir ağaç türü ile ilgili,

I. Daha fazla tohum üretir.

II. Kendi yavrularıyla kaynaklar için rekabete girmek zorunda kalır.

III. Yayılış alanı görece daha sınırlı kalır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) II ve III E) I, II ve III

(2015 – LYS)

31. Aşağıdaki durumlardan hangisi sonucunda elde edilen bitkinin kalıtsal yapısının ana bitkiden farklı olması beklenir?

A) Afrika menekşesi yaprağından tam bir bitki üretilmesi durumunda

B) Bir süs bitkisinin yaprak uçlarındaki küçük bitkiciklerin toprağa düşüp köklenmesiyle tam bir bitki gelişmesi durumunda

C) Patates yumrusunun vejetatif tomurcuk içeren kısımlarının her birinden tam bir bitki elde edilmesi durumunda

D) Elodea'nın kırılmış sürgünlerinden tam bir bitki elde edilmesi durumunda

E) Hurma çekirdeğinin toprağa ekilmesiyle tam bir bitki elde edilmesi durumunda

(2010 – YGS)

25	C	26	E	27	B	28	B

29	B	30	D	31	E

DERS NOTLARI

1. TEST

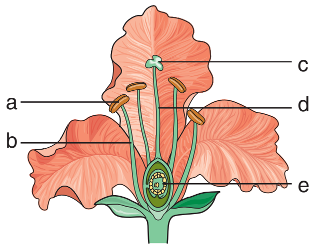
1. **Çiçekli bitkilerde,**

I. polenin stigmaya konması,
II. besi dokusunun oluşması,
III. polen tüpünün embriyo kesesine ulaşması,
IV. sinerjit hücrelerin oluşması

olaylarından hangileri döllenmeden önce gerçekleşir?

A) Yalnız IV B) I ve III C) II ve III D) I, II ve IV E) I, III ve IV

2. Aşağıda bir çiçeğe ait bazı kısımlar harfler ile simgelenmiştir.



Bu kısımlar ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) d kısmında tozlaşmadan sonra polen tüpü oluşur.
B) Polenler a bölgesinde üretilir.
C) b ve c bölgesindeki hücrelerin kromozom sayıları farklıdır.
D) e bölgesinde mayoz ve mitoz bölünmeleri ile embriyo kesesi oluşur.
E) Polenler dişi organa ait olan c bölgesine tutunur.

3. **Bitkilerin eşeyli üreme sürecinde oluşan aşağıdaki hücrelerden hangisi haploit yapıda değildir?**

A) Sinerjit B) Sperm C) Antipot D) Zigot E) Generatif

4. Farklı türlere ait olan A bitkisinin bir evcikli, B bitkisinin ise iki evcikli olduğu bilinmektedir.

Bu bitki türleri ile ilgili,

I. A türüne ait bir bitkide dişi ve erkek organ aynı bitkinin farklı çiçeklerinde bulunur.
II. B türüne ait bitkilerde kendi kendine tozlaşma olmaz.
III. Her iki bitki türü de tohum oluşturarak üreyebilir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

5. **Çimlenmekte olan bir tohumda fotosentez tepkimeleri başlayana kadar,**

I. mitoz bölünme,
II. hücresel solunum,
III. besin depolama,
IV. protein sentezi

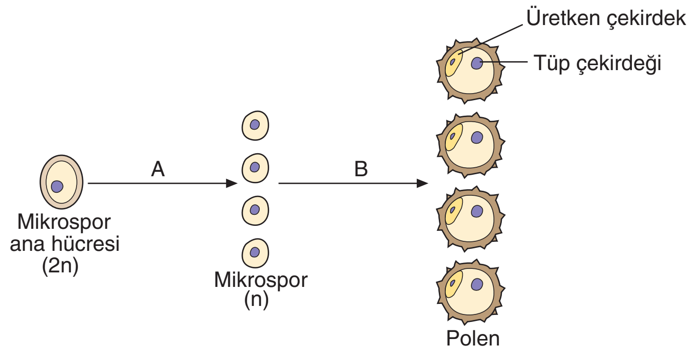
olaylarından hangileri gerçekleşebilir?

A) I ve II B) II ve IV C) I, II ve IV D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

6. **Bir çiçeğe ait olan aşağıdaki yapılardan hangisinde mayoz bölünme ile haploit hücreler oluşabilir?**

A) Tepecik B) Sapçık C) Başçık D) Dişicik borusu E) Çiçek tablası

7. Aşağıda tohumlu bir bitkideki polen oluşumu şematize edilmiştir.



Bu şema ile ilgili,

I. A olayı genetik varyasyona neden olur.
II. Aynı polendeki tüp ve üretken çekirdeğin genetik yapıları farklı olabilir.
III. B olayı sırasında homolog kromozomlar ayrılır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

8. **Tam çiçekli bir bitkide aşağıdaki hücrelerden hangisi mayoz bölünme ile oluşur?**

A) Üretken çekirdek B) Megaspor C) Zigot D) Antipot E) Endosperm

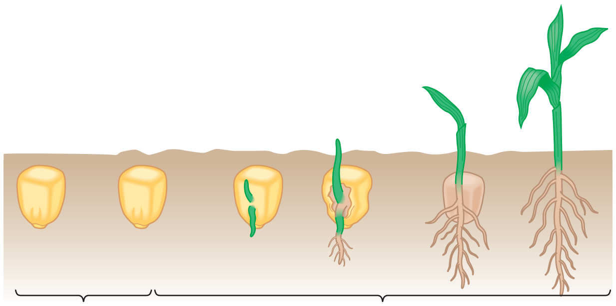
9. **Polen tüpü içinde oluşan sperm çekirdekleri embriyo kesesinde bulunan,**

I. antipot,
II. yumurta,
III. polar,
IV. sinerjit

hücrelerinden hangilerini dölleyebilir?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III
D) II ve IV E) III ve IV

10. Aşağıda mısır tohumuun çimlenme basamakları verilmiştir.



Bu şemayla ilgili,

I. Y evresinde kök ve gövdede zıt yönde büyüme görülür.
II. X evresinde tohum dormansi evresinde olabilir.
III. Bitki fotosentez yapana kadar endospermde depoladığı besinleri kullanır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

11. **Çiçekli bir bitkinin mayoz bölünme ile başlayan üreme ve gelişme sürecinde,**

I. tohum oluşumu,
II. gamet üretimi,
III. tozlaşma,
IV. çimlenme

olayları hangi sıra ile gerçekleşir?

A) II - I - III - IV B) II - III - I - IV C) III - I - IV - II
D) III - IV - I - II E) I - II - III - IV

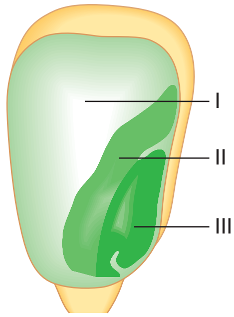
12. **Çimlenmekte olan tüm bitkilerde,**

I. kök ve gövdenin mitoz bölünme sonucu uzaması,
II. embriyonik gövdenin kıvrılarak çenekleri toprak üstüne çekmesi,
III. embriyonun enerji ihtiyacının solunum tepkimeleri ile karşılanması

olaylarından hangileri ortak olarak gerçekleşir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

13. Aşağıda monokotil bir tohuma ait kısımlar numaralandırılarak verilmiştir.



Numaralandırılmış kısımlar ile ilgili aşağıdaki yapılan eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

	Embriyo	Çenek	Endosperm
A)	I	II	III
B)	II	I	III
C)	III	I	II
D)	II	III	I
E)	III	II	I

14. **Sadece kendi kendine tozlaşabilen çiçekli bir bitki türü ile ilgili,**

I. Çiçekleri tek eşeylidir.
II. Oluşan tüm bireylerinin genetik yapısı aynıdır.
III. Gamet oluşumu sırasında mayoz ve mitoz bölünmeler gerçekleşir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

1. E	2. C	3. D	4. E	5. C	6. C	7. A	8. B	9. C	10. E	11. B	12. C	13. E	14. C

DERS NOTLARI

DERS NOTLARI